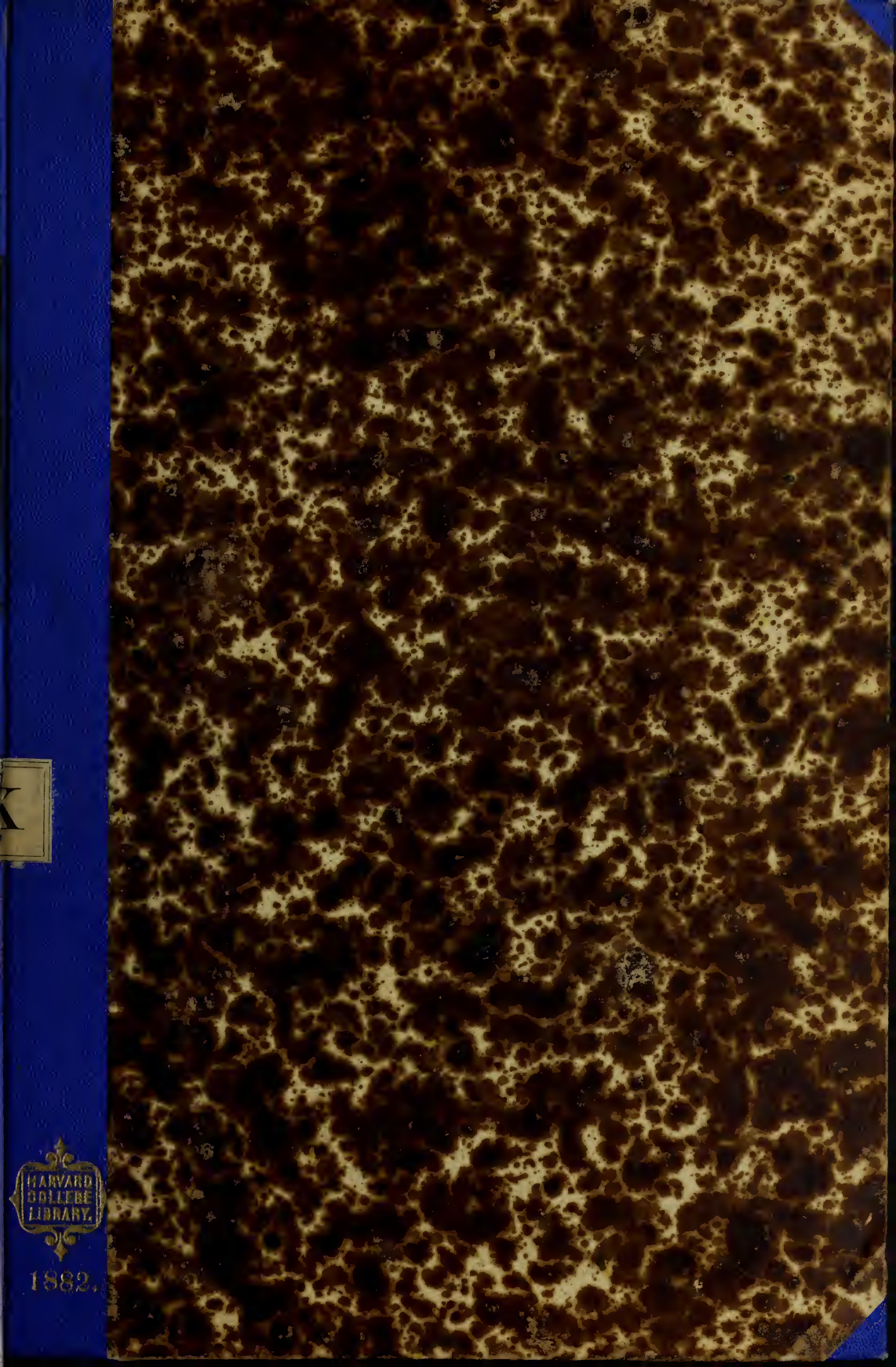
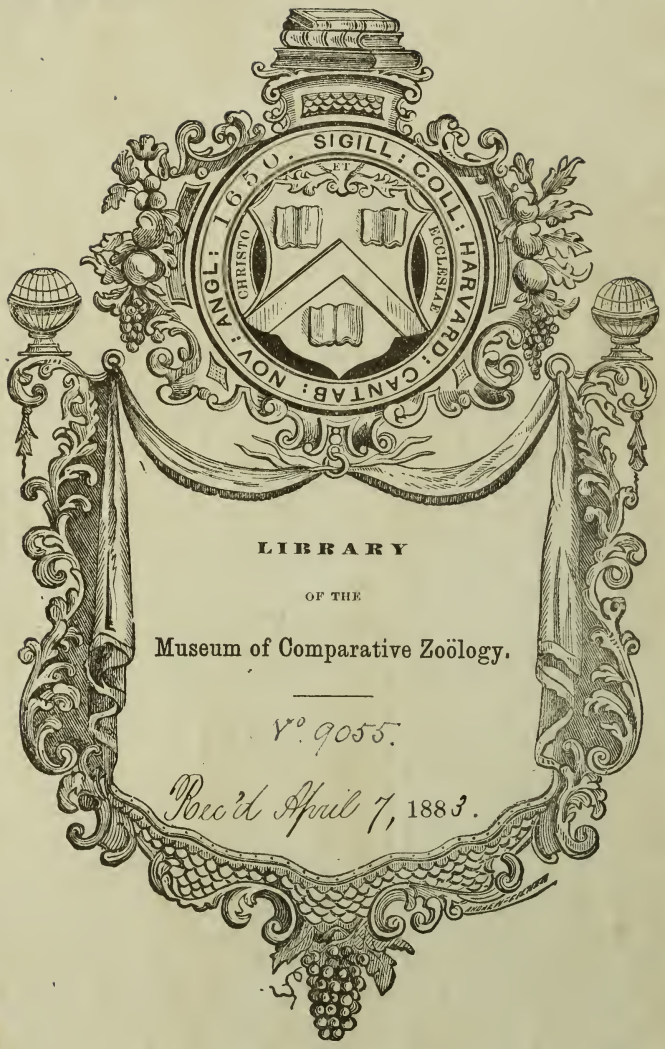

HARVARD COLLEGE LIBRARY
1882.



LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoölogy.

V°. 9055.

Rec'd April 7, 1883.

Ueber

die

Entwickelung des Hornhufes bei einigen Ungulaten.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades

eines

MAGISTERS DER VETERINAIR-MEDICIN

verfasst und mit Bewilligung

des Hochverordneten Conseils des Veterinair-Instituts

zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Ludwig Kunsien
aus Curland.

Mit 2 lithographirten Tafeln.

Ordentliche Opponenten:

Prof. Mag. **C. v. Raupach.** — Prof. Dr. **A. Rosenberg.** — Pros. Mag. **A. Semmer.**

Dorpat.
Druck von Schnakenburg's Buchdruckerei.
1882.

Gedruckt auf Verfügung des Conseils des Dorpater Veterinair-Instituts.

Director F. Unterberger.

Dorpat, am 19. März 1882.

No. 156.

Meinem lieben Onkel.

Indem ich die nachstehenden Untersuchungen, die in Veranlassung einer Preisfrage ausgeführt worden sind, veröffentliche, spreche ich Herrn Prosector Mag. **Alexander Semmer,** unter dessen Leitung diese Untersuchungen angestellt wurden, für die Bereitwilligkeit, mit welcher er mir bei der vorliegenden Arbeit mit Rath und That Beistand geleistet, meinen wärmsten Dank aus.

Den Herren Professoren Dr. **A. Rosenberg** und Dr. **L. Stieda** bin ich für mehrere mir von ihnen freundlichst zur Verfügung gestellte Untersuchungsobjecte zu vielem Dank verpflichtet.

L. Kundsin.

Literatur.

1. Wachsthum des Hufes.

Gurlt [1]) verdanken wir die ersten Angaben über den mikroskopischen Bau des Hufhorns; er wies in demselben Hornröhrchen und Hornblättchen nach. Letztere beschreibt er als einfache Hornleistchen; die Hornröhrchen bestehen nach ihm aus vielen concentrischen, etwas wellenförmig gebogenen Ringen. Als Matrix der Röhrchen bezeichnet er die Papillen, während die Zwischenröhrchensubstanz von der Haut in den Zwischenzottenräumen und die Hornblättchen von den Fleischblättchen herstammen.

Delafond [2]) bestätigte bald darauf Gurlt's Angaben, nur findet er, dass die Röhrchen aus verlängert ovalen Epithelzellen mit mehr oder weniger deutlichem Kern bestehen. Diese Epithelzellen sind befestigt an einer von den Papillen sich fortschiebenden „substance organique". — Die folgenden Untersucher richten ihr Hauptaugenmerk darauf die Bildungsstätte des Hufhorns festzustellen. Während sämmtliche Autoren darin übereinstimmen, dass die Hornröhrchen von den Papillen gebildet werden, divergiren ihre Ansichten über die Bildungsstätte des übrigen Wandhorns ganz bedeutend.

Fuchs [3]) ist der Ansicht, dass sowohl Hornblättchen, wie auch die Zwischenröhrchensubstanz der Wand von den Fleischblättchen herstammen und führt als Grund hiefür die gleiche Beschaffenheit der Zwischenröhrchensubstanz mit der der Hornblättchen an, sowie den Umstand, dass nach Ausschalten eines Theiles der Hornwand und Zerstörung

---

[1]) Gurlt, Müller's Archiv 1836, pag. 207.

[2]) Delafond, Recherches microscopiques sur la corne. Recueil de méd. veter. T. XXII. Paris 1845, pag. 966.

[3]) Fuchs, Mittheil. aus dem Gebiete der Thierheilkunde 1847; cit. von Fuchs, Hufbeschlag pag. 37 und von Schmidt, Magazin von Gurlt und Hertwig 1854, pag. 405.

der Krone über diesem Theile die Hornblättchen sich bis auf die äussere Fläche des Hufes fortsetzen.

Bouley [4]) lässt die vorgenannten Arbeiten unberücksichtigt, betrachtet das Hufhorn als eine structurlose Masse, die von der Hufcutis im weichen Zustande abgesondert wird und erst allmälig erstarrt. Die Betheiligung der Cutis an der Hornabsonderung ist nach ihm nicht überall die gleiche. Das Wandhorn wird in einem normalen Huf nur von der Basis der Kronenpapillen und den obersten der Krone angrenzenden Enden der Fleischblättchen geliefert. Das daselbst von den Fleischblättchen gebildete Horn verschmilzt gleich bei seinem Entstehen, bevor es noch Zeit gehabt zu erhärten, mit dem von der Krone abgesonderten und wird durch die vis a tergo nach unten geschoben, wobei die Hornblättchen auf rein mechanische Weise gebildet werden, indem das herabrückende Horn immer den Raum zwischen den Fleichblättchen ausfüllen muss. Die ganze übrige Partie der Fleischwand erzeugt nur in abnormen Fällen Horn, während für gewöhnlich das Productionsvermögen derselben durch die von der Krone nach unten wachsende Hornmasse gehemmt und hier nur eine fettige, nicht erhärtende Materie abgesondert wird, welche die Fleischblättchen schlüpfrig erhält, dadurch das Herabrücken der Hornwand erleichtert und gleichzeitig verhindert, dass die Hornblättchen vollständig erstarren, ehe sie mit dem Sohlenhorne verschmelzen. Die Hornröhrchen der Sohle wie der Wand entstehen dadurch, dass nur die Basis der Papillen die Hornmasse absondert und das Horn beim Herabrücken, noch ehe es das Ende der Papillen erreicht, schon erstarrt ist.

Brauell [5]), der Entdecker der secundären Blättchen, stimmt darin mit Fuchs überein, dass auch er die Fleischwand auf ihrer ganzen Oberfläche Horn produciren lässt, welches dann die Hornblättchen bilde und sich zwischen die Röhrchen hineindränge, jedoch nur bis zur schwarzen Schicht der Hornwand bei schwarz pigmentirten Hufen, so dass nach ihm nur die Hornblättchen und die Zwischenröhrchensubstanz der weissen Schicht von der Fleischwand

---

[4]) Bouley, Traité de l'organisation du pied du cheval, Paris, 1851, pag. 276–285.

[5]) Brauell, Wachsthum der Hufwand. Zum 50jährigen Jubelfeste der kaiserl. Dorpater Universität, Dorpat 1852, und Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Hufes. Gurlt und Hertwig's Magazin 1853, pag. 393.

herrühren, während die Hornröhrchen selbst und die Zwischenröhrchensubstanz der schwarzen Schicht von der Krone herstammen. Als Beweis für eine Betheiligung der Fleischblättchen an der Bildung des Wandhorns führt er an:

1. Die anatomische Gleichheit der Fleischwand mit der Fleischkrone, der Fleischsohle und dem Fleischstrahl. Die Ausstülpungen der Cutis auf der Fleischwand treten zwar in Form von Blättchen auf, diese seien aber nichts anderes als unentwickelte Papillen, denn in Embryonenhufen von 8—10 mm. Länge seien auch auf der Krone Blättchen vorhanden, die nachher in Papillen übergingen.

2. Den Umstand, dass die Zahl der Hornzellen zwischen den Fleisch- und Hornblättchen gegen den unteren Rand der Wand hin sich nicht vergrössere.

3. Die bleibende Verbindung zwischen den Fleisch- und Hornblättchen an der Eckstrebenwand; denn da letztere ein Continuum mit der Sohle und dem Strahle bilde und in Folge dessen das Horn derselben mit dem der Sohle und des Strahles nach unten und vorne wachse, so müsste sich, in Ermangelung einer Hornzufuhr seitens der Wand, wegen der schrägen Stellung der Eckstrebe von innen nach aussen, ein Hohlraum zwischen den Horn- und Fleischblättchen bilden, oder die Höhe der Hornblättchen müsste zur Sohle hin allmälig zunehmen.

Durch die Annahme einer Betheiligung der Fleischwand an der Bildung des Wandhorns erklärt er:

1. Die Thatsache, dass der Umfang der Hornwand am unteren Rande bei zunehmender Dichte grösser sei als an der Krone und dass die Hornröhrchen nach unten zu enger würden und durch grössere Massen Zwischensubstanz von einander getrennt seien als oben.

2. Die Differenz der Härte zwischen der weissen und schwarzen Schicht.

3. Das Vorhandensein der weissen Schicht überhaupt.

4. Das Nachuntenwachsen des Hornes bei ununterbrochener Verbindung mit der Fleischwand, welches nur dadurch geschehen könne, dass an allen Verbindungsstellen jener Theile eine Ortsveränderung und ein Wechsel der die Verbindung zunächst vermittelnden Massen stattfinde.

Brauell macht ferner einen Unterschied in der Structur der Hornröhrchen je nach ihrer Entfernung von der Fleischwand geltend. Die Lumina der innersten der Fleischwand zunächst gelegenen Hornröhrchen zeigten sich auf Querschnitten der Wand als von gleichmässig dunkel-

krone als auch das von der Fleischwand neugebildete Horn mit Hornblättchen versehen; die Zellen der von der Krone gebildeten Hornblättchen seien wie beim normalen Hufe länglich gestreckt, ihre Lage senkrecht, mit ihren spitzen Enden zur Wand gerichtet, während die von der Fleischwand herrührenden Hornblättchen von jungen, in horizontaler Richtung gelagerten Hornzellen gebildet würden. Die Hornröhren entstehen nach Ravitsch in der Weise, dass die von den Interpapillarflächen in horizontaler Richtung abgesonderten Hornzellen mit den von der Papillenoberfläche in verticaler Richtung erzeugten unter fast rechtem Winkel zusammenstossen und verschmelzen, wobei sie letzteren die Richtung nach unten mittheilend zugleich das Wachsthum der Hornschicht auf der Oberfläche der Papillen beschränken, so dass die von der Oberfläche der Papillen herrührende Hornmasse sich auf eine schmale Schicht beschränke und die von dem Papillenende abgesonderte lamellöse Masse einschliesse. Die Entstehung der lamellösen Masse erklärt er dadurch, dass die Retezellen der Papillenenden (von ihm Terminalflächen der Papillen genannt) nicht verhornen, sondern sich theils in Fettkörner, theils in eine amorphe, eiweissartige Masse umwandeln, welche durch Zutritt von Luft zusammenschrumpfe und eintrockne, wodurch sich Hohlräume in den Hornröhren bilden, die im frischen Hufe wohl schwerlich vorhanden seien. Als muthmasslichen Grund dafür, dass die Retezellen der Papillenenden nicht verhornen, gibt er an, dass der starke Blutdruck eine gesteigerte Transsudation von Blutplasma auf diesen Enden hervorbringe und dadurch die Verhornung ihrer Zellen verhindere. Die von der Papillenoberfläche stammenden Hornzellen beschreibt R. als länglich gestreckt, in horizontaler Richtung gelagert; die Hornzellen der Interpapillarflächen als mehr oder weniger polygonal abgeplattet, senkrecht zur Papillenoberfläche liegend.

Nathusius [10]) betrachtet den Inhalt der Hornröhrchen als den fortgesetzten abgestorbenen Theil der Cutispapillen und kommt zu dieser Annahme dadurch, dass es ihm nie gelungen, das Papillenende beim Herausziehen aus dem Hornröhrchen glatt und abgerundet zu erhalten und dass die Papillen, tief in eine schon vollständig verhornte Masse

[10]) Nathusius, Ueber die Marksubstanz verschiedener Horngebilde, die Entwicklung des Knorpels im Rehgehörn und das sich daraus für das Schema der Zelle Ergebende. Müllers Archiv 1869, pag. 76.

hineinragend, an ihrem Ende keinen Epithelüberzug aufweisen, also daselbst keine jungen Epithelzellen da wären, von denen aus die Bildung der Röhrcheninhaltzellen (Markzellen) ausgehen könnte. Als weitere Stütze für seine Ansicht führt er an, dass tief unten im Hornröhrchen, ganz ausser Zusammenhang mit dem Capillaren enthaltenden Theile der Papillen, sich Bluträume finden und erklärt diese für erweiterte Capillaren, welche mit dem Wachsen des Hufes immer weiter nach unten fortrücken und dann nothwendig ausser Zusammenhang mit dem eigentlichen Capillarnetz kommen müssten. Der Inhalt der Hornröhrchen ist nach ihm nicht im ganzen Verlaufe der Röhrchen der gleiche. Zunächst den Papillenenden bestehe dieser Inhalt aus einer zarten blättrigen Masse, welche rundliche Hohlräume einschliesse und zahlreiche Fetttröpfchen, vielleicht auch Kernreste, enthalte. Weiter nach unten findet er in den Hornröhrchen rundliche, lufterfüllte Hohlräume, umgeben von einer nicht näher bezeichneten Grundsubstanz. Diese Lufträume zeigten in den der Fleischwand zunächst gelegenen Hornröhrchen deutlich eine zellige Structur und seien von einer körnigen geschichteten Grundsubstanz umgeben. Ob diese Hohlräume beim frischen Huf Luft oder einen schwach brechenden Inhalt enthalten, lässt er unentschieden.

Greaves[11]) stellt Untersuchungen über das Wachsthum des Hufhorns an, indem er entweder einen Theil der Fleischwand oder einen Theil der Fleischkrone zerstört, und kommt zu dem Resultate, dass im normalen Huf sowohl die Hornwand, wie auch die Hornblättchen von der Krone gebildet werden.

Hunting[12]) dagegen ist der Ansicht, dass die Fleischblättchen gleichfalls Horn produciren und zwar liefern sie die Hornblättchen und betheiligen sich ausserdem noch an der Bildung der Hornwand. Letztere wachse demnach in ganz ähnlicher Weise, wie der menschliche Nagel.

Flemming[13]) findet alle Weichtheile des Hufes von einer keratogenen Membran, die das Hufhorn secernire, bedeckt; diese Membran sei jedoch nicht überall gleich thätig. Die Hornblättchen werden nach ihm von den obersten, der

---

[11]) Greaves, The Veterinarian 1870, pag. 799, 800.

[12]) Hunting, The physiology of the foot. The Veterinarian 1871, pag. 7.

[13]) Flemming, Observations on the anatomy and physiology of the horses foot. The Veterinarian 1871, pag. 393, 637.

Krone angrenzenden Enden der Fleischblättchen geliefert. Der ganze übrige Theil der Fleischwand dient vorzugsweise als Form, in welcher die an Dicke nicht zunehmenden Hornblättchen zur Sohle hinabrücken; die keratogene Membran der Fleischwand secernirt nur eine dünne Schicht weicher Epithelzellen, die dem strat. Malp. unter dem menschlichen Nagel entsprechen, die Verbindung der Hornblättchen mit den Fleischblättchen vermitteln und das Herabrücken ersterer erleichtern soll. Ferner trägt die weiche Epithelschicht, indem ein Theil derselben mit den Hornblättchen zur Sohle mitgenommen wird, zur Bildung der weissen Linie bei. Das gesammte Wandhorn wird von der Krone geliefert. Die keratogene Membran der Zwischenzottenflächen secernirt die horizontal gestellten Zwischenröhrchenzellen, die der Zotten hauptsächlich Hornröhrchen. An letzteren unterscheidet F. eine, aus mehreren Schichten vertical zur Krone gestellten Epithelzellen bestehende Corticalsubstanz und eine aus kleineren rundlich-polyedrischen Zellen bestehende Medularsubstanz. Die letzteren Zellen liegen im Anfange der Röhrchen am Ende der Zotten locker und unregelmässig vertheilt, weiterhin dichter und am unteren Ende der Röhrchen ganz zusammengepresst.

Rajewsky [14]), welcher ausser dem Hufe des Pferdes noch die Klauen von Rind, Schaf und Schwein untersucht hat, schliesst sich, was die Frage über die Grösse der Betheiligung der Wand und der Krone an der Bildung des Wandhorns anbelangt, insofern Leisering an, als auch er die Hornblättchen und den innersten Theil der Hornwand von den Fleischblättchen hervorgehen lässt, weicht aber darin von der Ansicht Leisering's ab, dass er, ähnlich Bouley, die Betheiligung der Fleischwand an der Bildung des Wandhorns auf den obersten Theil der Fleischblättchen beschränkt, wo die, sowohl von der Krone, als von der Wand kommenden Zellen noch ihr Leben bewahrt haben. Die daselbst von den Fleischblättchen erzeugten jungen Hornzellen werden, in dem Masse, als immer neue Zellen gebildet werden, in zweierlei Richtung fortgeschoben:

1. In der Richtung nach aussen, wobei sie mit den hauptsächlich nach unten wachsenden Hornzellen der Krone zusammenstossen und, die Richtung letzterer annehmend, mit ihnen verschmelzen und nach unten wachsen, so dass

---

[14]) Rajewsky, О строеніи и ростѣ копытъ домашнихъ животныхъ. Архивъ Ветеринарн. Наукъ 1872. III. кн. pag. 165 und 172.

die Hornwand an dieser Stelle durch die Hornzellen der Flächen und freien Ränder der Fleischblättchen eine Zunahme der Dicke erlangt, die hier erlangte Dicke aber bis nach unten hin beibehält, da eine weitere Zunahme derselben seitens der Wand durch das von der Krone nach unten wachsende Horn verhindert wird.

2. Zwischen den Flächen der Fleischblättchen nach unten, wobei sie, von ihrer Matrix sich entfernend, verhornen und die Hornblättchen vorstellen. Da aber die Fleischblättchen auf ihrer ganzen Oberfläche Epithelzellen erzeugen, so verbindet sich dieses Epithel mit dem alten schon verhornten und verhornt mit diesem nach unten rückend in einiger Entfernung von der Matrix ebenfalls, wodurch der Querdurchmesser der Hornblättchen nach unten hin zunimmt, während die Epithellage der Fleischblättchen dadurch, dass die herabrückenden Hornblättchen die Productivität der Fleischwand vermindern, immer schmäler wird. Diesen Modus der Hornblättchenbildung illustrirt R. durch Abbildungen von Querschnitten, die er durch die Wand einer Rinderklaue in verschiedener Entfernung von der Krone geführt hat.

Ueber den Modus der Röhrchenbildung äussert sich R. ähnlich Ravitsch. Die von den Papillen in verticaler Richtung abgesonderten Hornzellen würden durch die, von den Interpapillarflächen nach unten rückenden, von der Basis zur Spitze der Papillen fortbewegt, welche Richtung sie auch, nachdem sie die Papillen verlassen, beibehalten, so dass ein hohler Cylinder entstehen würde, wenn das Papillenende nicht ebenfalls das Vermögen besässe Zellen zu bilden. Das Papillenende, welches keinen Epithelüberzug besitze, sondere grosse, zarte, gekörntes Protoplasma und runde Kerne aufweisende Zellen ab, von denen jede das Lumen des Röhrchens zu verdecken im Stande sei. Die dem Papillenende zunächst gelegenen dieser Zellen umgeben dasselbe und zeigten auf dem Querschnitte die Form eines Halbmondes. Von dem Papillenende sich entfernend, nehmen sie unregelmässige Formen an. Diese Zellen besässen nicht das Vermögen zu verhornen, sondern gingen in einiger Entfernung vom Papillenende die fettige Metamorphose ein und zerfielen in eine Fetttröpfchen und Kernreste enthaltende Masse, welche von den anliegenden Zellen resorbirt werde. Die zelligen Elemente seien in der Röhre nur soweit vorhanden, als die Zwischenröhrchenzellen noch nicht vollständig verhornt seien. Weiterhin enthielte die Röhre nur noch die Kittsubstanz der resorbirten Zellen und Luft.

Leisering [15]) modificirt in der neueren Auflage seines Werkes auf Grund neuer mikroskop. Untersuchungen seine frühere Ansicht über die Hornblättchenbildung dahin, dass er diese Bildung nicht mehr von der ganzen Fleischwand, sondern, ähnlich Bouley und Rajewsky, nur vom obersten Theile der Fleischwand, bis dahin, wo die Hornblättchen ihre grösste Höhe erreichen, erfolgen lässt.

An der Bildung der Schutzschicht der Wand betheilige sich dieser Theil der Fleischwand nur insofern, als von den Enden der Fleischblättchen eine dünne Zellenschicht abgesondert und an die zwischen zwei Hornblättchen befindlichen Bögen angelagert werde. Ob von dem unteren Theile der Fleischwand im normalen Zustande überhaupt noch verhornbare Zellen abgesondert werden und wie reichlich diese Zellenproduction sei, lässt er unentschieden.

Als Gründe dafür, dass die Hornblättchenbildung von der Fleischwand und nicht, wie Rawitsch angibt, von der Krone erfolge, gibt er an:

1. Die Fähigkeit der Fleischwand, überhaupt Horn zu produciren.

2. Die Form der Zellen der Hornblättchen; diese seien lang und schmal, also anders gestaltet, als die Zellen der Hornröhrchen und der Zwischenröhrchensubstanz.

3. Den Umstand, dass bei Formabweichungen der Fleischblättchen eine dem entsprechende Hornblattbildung erfolge, und

4. als Hauptgrund die verschiedene Höhe der Hornblättchen an verschiedenen Theilen der Wand, die bei der Annahme, dass die Hornblättchen von der Krone herrührten, nicht zu erklären wäre.

Die Hornröhrchen bilden sich nach L. ganz einfach in der Weise, dass jede Papille sich ringsum mit einer Hornzellenlage bedeckt, welche in dem Masse, als unter ihr neue Hornzellenlagen entstehen, um die Dicke letzterer nach aussen und nach vorn gedrängt wird und da zugleich das Ende der Papillen nicht verhornbare Zellen absondert, so werden dadurch Röhrchen gebildet, zwischen welche sich das von den Zwischenzottenflächen erzeugte Horn drängt und sie unter einander verbindet.

Als Inhalt der Hornröhrchen bezeichnet Leisering Luft und locker aufeinanderliegende Zellen, von deren fettigem Zerfall er das Vorkommen von Fett im Hufhorn ableitet.

---

[15]) Leisering und Hartmann. Der Fuss des Pferdes. 1871 und 1876.

Eine ganz eigenthümliche Anschauungsweise über den Bildungsmodus der Hornblättchen entwickelt Moeller [16]). Nach seiner Ansicht wird jedes primäre Hornblättchen hauptsächlich von dem Grunde der Zwischenblättchenrinnen am obersten Theile der Fleischwand gebildet und erlangt in seinem Verlaufe nach unten eine Verstärkung des Höhendurchmessers dadurch, dass an dem freien Rande desselben neue Epithelmassen von den an der Basis der Fleischblättchen gelegenen secundären Blättchen angelegt werden. Den Fleischblättchen selbst spricht er eine Betheiligung an der Bildung der primären Hornblättchen fast vollständig ab, weil sie bald nach ihrem Ursprunge an der Krone von secundären Fleischblättchen bedeckt seien, deren Aufgabe es sei, die aus nur wenig verhornten Retezellen bestehenden secundären Hornblättchen zu produciren und die daher unmöglich die Primärhornblättchen bedingen könnten. Die Bildung dieser secundären Hornblättchen geschehe auf Kosten der Cutis, denn indem die secundären Hornblättchen zur Sohle hin an Dicke zunehmen, würden nicht nur die ihnen entsprechenden Fleischblättchen enger, sondern die ganze Fleischwand verliere bei ihrem Verlaufe nach unten an Stärke. „Das Retegewebe wuchert auf Kosten des Coriums gleichsam in dieses hinein.“ Nur dadurch, dass die Fleischwand selbst Raum für die von ihr producirten Massen hergäbe, sei eine solche Production innerhalb der geschlossenen und unnachgiebigen Hornkapsel möglich. Zu dieser Auffassung der Bildung der Hornblättchen gelangt Moeller durch Messungen der Horn- und Fleischblättchen. Als Resultate dieser Messungen, die er durch Tabellen veranschaulicht, gibt er an:

In ihrem Verlaufe zur Sohle hin nimmt zu:

1. Die Breite (Höhe) sämmtlicher Blätter,
2. die Stärke (Dicke)der secundären Hornblättchen;

dagegen nimmt ab:

die Stärke der secundären Fleischblättchen;

die Dicke der primären Hornblättchen erleide keine erhebliche Abweichung.

---

[16]) Moeller, Zur Anatomie und Physiologie der Huflederhaut. Archiv für Thierheilkunde. Bd. III, 1877, pag. 187.

2. Entwicklung des Hufes.

Moeller[17]) unterscheidet drei Perioden bei der Entwicklung des Hufes.

Die erste Periode, welche er die Periode der allgemeinen Epidermisformation nennt, erstreckt sich über die beiden ersten Monate des Embryonallebens. Schon im ersten Monate erlangt die Extremität die Hufform. Beim 8 Wochen alten Hüfchen (Breite desselben von einem Sohlenrande zum andern 4—5 mm.) besteht das den Huf bildende Epithel aus denselben Zellenlagen, aus welchen die Oberhaut gebildet wird, nur sind sie am Hufe in grösserer Stärke vorhanden. Die innerste dieser Zellenlagen wird von einer Reihe senkrecht stehender, cylindrischer Zellen von 0·006 bis 0·01 mm. Länge und 0·002—0·003 mm. Breite gebildet. Auf diese folgt eine stärkere Schicht polygonaler, oft regelmässig sechseckiger Zellen; diese 0·03—0·05 mm. grossen Zellen haben ein granulirtes Protoplasma und einen grossen (bis 0·005 mm.) Kern. Die äusserste, zwei- bis dreischichtige Lage bilden den vorigen flach aufliegende Zellen von 0·25—0·05 mm. Grösse mit rundem, 0·005 mm. grossem Kern.

Die zweite Periode, die Periode des provisorischen Hufes, beginnt mit drei und vier Monaten und erstreckt sich bis zum 7. Monate. In dieselbe fällt die Anlage der Krone, des Strahles und der Eckstrebe, sowie die Blättchen- und Papillenbildung. Beim 15 Wochen alten Hüfchen (Länge desselben von der Zehe bis zu den Ballen 10 mm.) hat sich die Krone in Form einer ringförmigen Wulst, bedingt durch eine Verstärkung der Cutis an dieser Stelle, gebildet, die Epidermis erscheint über derselben in einer dickeren Lage. Die Cutis bildet auf der ganzen Wand- und Eckstrebenfläche von oben nach unten verlaufende Leistchen von 0·04—0·06 mm. Höhe und 0·04 mm. Breite. Die Seitenflächen derselben sind eben. Nach oben gehen dieselben in den Kronenwulst über, nach unten fallen sie ziemlich steil ab, so dass ein unterer Rand, resp. Fläche derselben entsteht. Die zwischen den Leistchen befindlichen rinnenförmigen Vertiefungen sind von Epithel angefüllt. Am hinteren Theile des Hüfchens biegt sich die Krone nach vorne um und tritt zwischen die Sohle und den Strahl (Eckstrebe). An dem unteren Rande der Krone treten Papillen auf. Die

[17]) Moeller, Entwicklungsgeschichte des Hufes. Gurlt und Hertwig's Magazin, 1872, pag. 321.

Fleischsohle bietet auf der ganzen Fläche derselben Papillen von 0·04—0·08 mm. Länge dar, welche bei fast gleicher Dicke am Grunde in ebenso grossen Abständen von einander stehen. Auch am Fleischstrahl erkennt man Papillen; diese sind kleiner, als die der Sohle. Die äussere Bedeckung des dritten Zehengliedes besteht aus denselben Zellenlagen, wie beim früheren Stadium; diese Lagen haben nur an Dicke bedeutend zugenommen. Die Anlage der Papillen schreitet an der Krone nach oben und hinten, an dem Strahle von vorne nach hinten vor; sowohl die Papillen der Krone, als auch die des Strahles und der Sohle produciren schnell eine weiche Hornmasse; diese besteht aus Röhrchen resp. Säulchen, verbunden durch das Product der Interpapillarräume, einer ebenfalls weichen Hornmasse. Indem diese Masse nach unten geschoben wird, umgibt sich das dritte Zehenglied von allen Seiten mit einer weichen, aber dicken Epidermisdecke, dem provisorischen Huf. An diesem lassen sich ebenso wie an dem definitiven eine Hornwand, Sohle und Strahl unterscheiden; Hornsohle und Hornstrahl sind aber so innig mit einander verschmolzen, dass eine Grenze zwischen beiden nicht zu ziehen ist. Die Bildung der provisorischen Wand erfolgt, der Anlage der Papillen entsprechend, von dem Zehen zu — den Trachtentheilen. Nach innen verschmilzt die von der Krone kommende Hornmasse mit dem von der Fleischwand gebildeten Material. Den höchsten Grad der Ausbildung erlangt die provisorische Wand im siebenten Monate. Die provisorische Hornsohle tritt mit der Wand so ziemlich zu derselben Zeit auf und ist innig mit dem gleichen Product des Fleischstrahles verbunden.

Das Hüfchen eines sechs Monate alten Embryo (Abstand der Zehe von der Krone und den Ballen ca. 2 cm.) zeigt die Form eines Kegels, dessen Spitze eine weiche Hornmasse der Sohle, dessen Basis die Krone bildet. Etwa 3 mm. über dieser Spitze beginnt die provisorische, von Hornröhrchen und Zwischenhorn gebildete Hornwand als eine sehr dünne Schicht und umgibt, in ihrem Verlaufe nach oben bis zur Krone an Dicke zunehmend und nach hinten vollständig mit dem Hornstrahl verschmelzend, mit Ausnahme der Spitze, das ganze Endglied mantelartig. Die innere Lage dieser Hornmasse grenzt an eine, aus polygonalen Zellen bestehende, die Fleischblättchen bedeckende Epithelmasse. Die Fleischblättchen sind in den oberen Partien der Wand 0·08 mm., in den unteren 0·06 mm. hoch

und stehen oben in Abständen von 0·1 mm., unten von 0·06 mm. Die Vertiefungen zwischen denselben sind mit polygonalen Epithelzellen angefüllt, welche mit einer 0·2 bis 0·4 mm. dicken Lage die Fleischblättchen noch überragen und mit der provisorischen Wand verschmelzen. Der untere Rand der Fleischblättchen trägt zwei bis drei Papillen von 0·03 mm. Länge. Die der Fleischwand zunächst gelegenen Kronenpapillen haben die Länge von 0·1 bis 0·3 mm., eine mittlere Dicke von 0·05 mm.; ihr unteres Ende ist etwas zugespitzt.

Die dritte Periode, die Periode des definitiven Hufes, beginnt mit dem siebenten Monate und ist dadurch ausgezeichnet, dass die Papillen, zunächst am Zehentheil der Krone, ein vollständig verhorntes Product liefern. Die Verhornung verfolgt dieselbe Richtung, wie die Anlage der Papillen und der provisorischen Wand. In dem Masse, als die definitive Wand an Stärke zunimmt, verdünnt sich die provisorische. Beim zehn Monate alten Hüfchen (Länge desselben von der Zehe bis zur Krone 7 cm.) bildet letztere Schicht an den oberen Theilen des Hüfchens nur noch ein ganz dünnes Häutchen; etwa 2 cm. unterhalb der Hufbeinspitze erlangt sie ihre grösste Dicke von 2 mm. und setzt sich in abnehmender Stärke bis zur Spitze des Sohlenhornes fort. Sie besteht aus Hornröhrchen von 0·1 bis 0·15 mm. Dicke, welche von polyedrischen, 0·05 mm. grossen, nicht verhornten Zellen mit homogenem Protoplasma und rundlichem Kern gebildet werden. An der Krone senken sich in diese Röhrchen Papillen von 0·5—1·5 mm. Länge ein. Die obere Grenze der Papillen der provisorischen Wand bildet eine seichte Vertiefung des Coriums; über derselben treten die Papillen des Saumbandes auf, die innerste Reihe in einer Länge von 1—1·5 mm. Die oberen Papillen verlieren sich, ganz klein werdend, zwischen den Haaren. An der Uebergangsstelle der Wand in die Sohle besteht die innerste Schicht der provisorischen Wand aus einer von der Fleischwand stammenden, keinen röhrigen Bau zeigenden Epithelmasse, welche durch falzförmige, von oben nach unten verlaufende Vorsprünge mit ähnlichen, einen mehr abgerundeten Rand zeigenden Vorsprüngen der Sohle verbunden sind, indem dieselben wechselweise in einander greifen. Die Vorsprünge des Sohlenhorns stellen das Product des unteren Randes der Fleischblättchen und ihrer Papillen dar. Die definitive, aus vollständig verhornten Röhrchen gebildete Wand beginnt ganz dünn an der

Stelle, wo die provisorische Wand ihre grösste Stärke aufweist und erlangt, nach oben an Stärke zunehmend, an dem unteren Rande der Krone am Zehentheil eine Dicke von 4 mm., an den Trachten von 1 mm. Die den inneren Röhrchen dieser Schicht entsprechenden Papillen zeigen eine Länge von 1 mm. Die Fleischblättchen sind dicht an der Krone am Zehentheil 0·9 mm., an den Seitentheilen 0·6, an der Eckstrebe 0·5 mm. hoch; an den unteren Theilen sind die Blättchen niedriger. Ihre Dicke beträgt 0·1 bis 0·15 mm. Jedes derselben weist ca. 40, 0·05 mm. hohe secundäre Blättchen auf. Auf den unteren Rändern der Primärblättchen stehen 3—4 Papillen. Zum unteren Kronenrande werden die Fleischblättchen rasch niedriger. Das Sohlenhorn besteht aus nicht verhornten, theils polygonalen, theils gestreckten, 0·04—0·06 mm. grossen Epithelzellen mit rundem Kern und homogenem, durchsichtigem Protoplasma. Die Röhrchen werden vorzugsweise von den mehr gestreckten, concentrisch geordneten und dachziegelförmig übereinander gelagerten Zellen gebildet. In den oberen Partien der Röhrchen findet Markzellenbildung statt, wodurch das Centrum derselben dunkel erscheint. In den unteren Partien trifft man häufig streifiges Aussehen zeigende Riffzellen an. Die Abstände der Röhrchen nehmen nach oben ab, die Stärke derselben zu. Die Papillen der Sohle sind schlank gebaut und 1·5—2 mm. lang.

Die Bildung der definitiven Sohle und des def. Strahles, bestehend in einer vollständigen Verhornung ihrer Papillenproducte, tritt anscheinend im 11. Monat auf und vollzieht sich sehr schnell. In den Zellen der provisorischen Sohle treten zuerst einige Pigmentkörnchen auf, welche sich am häufigsten um den Kern gruppiren. Diese Pigmentkörnchen nehmen an Zahl zu; die Zelle selbst beginnt zu schrumpfen, erlangt dadurch eine ganz unregelmässige Form, die einzelnen Zellen lassen sich nicht mehr deutlich von einander unterscheiden und sind schliesslich in der definitiven Sohle als solche nicht mehr zu erkennen. Die Verhornung erfolgt, wie aus der fast gleichen Stärke der definitiven Sohle beim 11 Monate alten Hüfchen zu schliessen ist, gleichzeitig auf der ganzen Sohlenfläche. Dadurch ist es bedingt, dass die provisorische Sohle nach der Geburt bald abfällt oder doch leicht abgelöst werden kann. An dem Strahl erfolgt die Verhornung langsamer, die Zellen schrumpfen nicht so vollständig und enthalten nur wenig oder gar kein Pigment.

An dem Hufe des neugeborenen Füllens sind schon alle Theile verhornt. Wie durch Zählung nachzuweisen, stimmt die Zahl der Kronenpapillen am neugeborenen und am vollständig ausgebildeten Hufe, geringe individuelle Schwankungen abgerechnet, im ganzen überein. Die Matrix für die Hornwand ist also schon vor der Geburt präformirt. Beim neugeborenen Hufe reichen die äussersten Röhrchen noch nicht bis nach unten, die Wandist in Folge dessen an ihren unteren Theilen dünner, als an den oberen. Nachdem auch die äussersten Röhrchen bis zum Tragrande nach unten geschoben werden, weist die Hornwand in ihrem ganzen Verlaufe nach unten eine gleiche Stärke auf und nimmt von nun an nur noch dadurch an Dicke zu, dass die Papillen tragende Krone und die Papillen selbst sich vergrössern. Durch dieses Wachsen per intususceptionem wird die Wand des neugeborenen Hufes bis zum vollständig entwickelten Hufe um etwa $1^1/_3$ verstärkt. Die Grössenzunahme der Sohle während des intra- und extrauterinen Lebens erklärt Moeller folgendermassen: Die Fleischblättchen sind als zusammengesetzte Papillen zu betrachten. Die Secundärleistchen stellen die einzelnen Papillen dar, welche mit einander verschmolzen, von der Krone nach unten wachsen, um auf dem unteren Rande der Fleischblättchen wieder als isolirte Papillen aufzutreten. In dem Masse, als von der Krone aus immer neue Papillen (sec. Fleischblättchen) auf den freien Rand der primären Fleischblättchen sich auflegen, verschmelzen die ältesten am Grunde derselben wieder mit einander. Dadurch rücken die Fleischblättchen immer weiter nach aussen, zugleich nimmt die Sohle immer mehr an Umfang zu, indem immer mehr Papillen, gleichsam von oben von der Krone aus der Sohle eingepflanzt werden. Es werden demnach nach Moeller die Sohlenpapillen von den, den unteren Rändern der Fleischblättchen aufsitzenden Papillen gebildet; die Anlage derselben schreitet demgemäss vom Centrum zur Peripherie der Sohle fort.

Als Grund für diese seine Annahme führt Moeller an:

1. Den Umstand, dass die von den Papillen der unteren Fleischblättchenränder gebildeten Röhrchen mit jenen der Sohle in einer auffallend geordneten Richtung stehen.

2. Die vollkommen gleiche anatomische Einrichtung dieser Papillen mit denen der Sohle und die vollkommene Identität ihres Productes mit dem der Sohlenpapillen.

3. Die Richtung der Papillen der Sohle und ihren Röhrchen von oben und innen nach unten und aussen.

4. Die grössere Höhe der Fleischblättchen am oberer Theile der Wand während der Embryonalperiode.

5. Den Umstand, dass die den freien Rändern der Fleischblättchen zunächst liegenden sec. Blättchen in ihrem Verlaufe nach unten den unteren Rand der prim. Fleischblättchen nicht erreichen.

6. Lasse sich nur dadurch das Wachsthum der Fleischsohle innerhalb einer geschlossenen Horn-Kapsel erklären.

Dominik [18]) findet ebenso wie Moeller im ersten und zweiten Monate der Embryonalperiode an den Extremitäten der Füllen keinen weiteren Unterschied zwischen äusserer Haut und Huf, als das erstere an der Stelle, wo sich später der Huf bilden soll, stärker sei. Im 3. bis 4. Monate beginne durch die Anlage von Papillen am unteren Zehentheil des Beinchens die Bildung der Hufform. Fleischkrone, Fleischsohle und Fleischstrahl werden in dieser Zeit angelegt und produciren eine Weichhornmasse. Die von der Fleischkrone gebildete zeige einen röhrigen Bau. Die von der Fleischsohle und dem Fleischstrahle producirte stelle eine compacte weiche Masse dar und gebe dem Hüfchen die Form eines Kegels. Im 7. Monate beginne die Verhornung dieser Masse am Zehentheil der Wand und setze sich zu den Trachten hin fort. Die Verho nung werde wahrscheinlich dadurch eingeleitet, dass der Embryo im 7. Monate sich zu bewegen beginne, wodurch die Hüfchen mit ihren vorderen Zehenwandtheilen gegen die Wandung des Uterus gestossen werden. Kurze Zeit nach der Geburt erlange der kegelförmige Huf nach und nach eine cylindrische Form. Durch den Reiz, den die unteren Huftheile durch die Berührung mit dem Erdboden erleiden, beginne die Verhornung der weichen Hornmassen der Sohle und des Strahles. Der cylindrische Huf nehme im Laufe der extrauterinen Entwicklung nach und nach eine fast pyramidenförmige Gestalt an, die Trachten verlieren an Höhe, die Wölbung der Sohle nehme zu, Strahl und Saumband würden stärker. Mit dem 5. Jahre sei die Entwicklung des Hufes vollendet.

---

[18]) Dominik, Der rationelle Hufbeschlag. 3. Aufl. Berlin 1879, pag. 75.

Separat-Abdruck aus der „Oesterr. Monatsschrift für Thierheilkunde".

Einleitung.

Eingehende Untersuchungen über die Entwicklung des Hufes und der Klauen sind aus doppelten Gründen sehr erwünscht, denn einerseits ist die Entwicklung des Hufes an und für sich zur Zeit nur ungenügend, die der Klauen gar nicht bekannt und anderseits ist zu erwarten, dass mit der Feststellung der Wachsthumsvorgänge des Hufes resp. der Klauen während der Embryonalzeit sich gleichzeitig die gleichfalls noch ziemlich offene Frage über das Wachsthum der Hornwand beim ausgebildeten Huf und bei ausgebildeten Klauen wird beantworten lassen.

Das Hauptaugenmerk wurde auf die Entwicklung des Huf- und Klauenhorns gerichtet und die Hufcutis nur insofern berücksichtigt, als es zum Verständniss der Entwicklung der Horngebilde nothwendig erschien.

Einige der benutzten Objecte erhielt ich schon gehärtet (zum Theil in Pikrinsäure, zum Theil in Chromsäure), die frisch von mir gesammelten wurden in einer circa $^1/_2$ % wässerigen Chromsäurelösung gehärtet (wobei die grösseren Objecte getheilt wurden) und darauf in 96 % Alkohol gethan.

Als Färbemittel diente vorzugsweise ammoniakalische Carminlösung. Ausserdem habe ich noch Alauncarmin, Indigocarmin, Jodviolett, Methylgrün, Fuchsin, Gentianviolett, Magdala, Eosin u. a. versucht. Durch keines dieser Mittel werden die vollständig verhornten Zellen derart gefärbt, dass die Contouren

derselben hervortreten. Zur Färbung der nicht verhornten Epithelzellen eignet sich am meisten Carmin. Die granulirten Zellen treten am schönsten an Präparaten hervor, die in Pikrinsäure gehärtet und mit Carmin gefärbt sind. Eingebettet wurden die Untersuchungsobjecte in die Calberla'sche Masse und aus freier Hand in Schnittserien zerlegt. Die zum Aufbewahren bestimmten Schnitte wurden, nachdem sie in Creosot geklärt, in durch Chloroform flüssig gemachten Canadabalsam eingeschlossen.

Meine Untersuchungen zerfallen in zwei Abschnitte; der erste behandelt die Entwicklung der Schaf- und Rinderklauen, von welchen ich eine vollständigere Entwicklungsreihe beschaffen konnte; der zweite die Entwicklung des Hufes. Den Schluss bildet eine Darstellung des Wachsthumsmodus der Hornwand.

Die Längenangaben der Klauen sowohl wie des Hufes beziehen sich auf den Abstand der Zehe von den Ballen.

I. Entwicklung der Schaf- und Rinderklauen.

Bei den jüngsten von mir untersuchten Schaf- und Rinderembryonen, bei denen eben am rundlichen Extremitätenende die Klauen hervorzusprossen beginnen, besteht das die Klauenanlage deckende Hornblatt, gleichwie auf der ganzen Extremität, aus nur 2 Zellenlagen. Die innere zeigt 0·012—0·016 mm grosse kubische Zellen mit rundem grossem Kern, die äussere länglich ovale 0.008 mm lange Zellen. Die rundlichen Klauenanlagen nehmen nach und nach die Klauenform an, indem zunächst die Sohle und die Wand deutlich hervortreten. Zugleich tritt, während die Sohle nach hinten noch nicht abgegrenzt ist, eine Begrenzung der Wand nach oben hin ein, indem die Cutis hier einen Wulst (die Krone) bildet, der zunächst am Scheitel der Wand auftritt. Sich abflachend setzt sich dieser Wulst ringförmig allmälig nach beiden Seiten zur Sohle hin fort, dadurch zugleich eine Begrenzung der Sohle nach hinten anzeigend. Dieser Wulst steigt beim Schafe ziemlich steil an und entsteht in nächster Nähe des vorderen Endes der Klaue; beim Rinde ist er bedeutend flacher und tritt in grösserer Entfernung von der Klauenspitze auf. Ein weiterer Unterschied zwischen Schaf- und Rinderklaue ist in diesem Stadium noch darin gegeben, dass die Sohle beim Schafe einen stumpferen Winkel mit der Zehenwand bildet und verhältnissmässig kürzer ist, wie beim Rinde.

Mit dem Auftreten der Krone tritt eine Differenzirung der inneren der Cutis aufsitzenden Zellen des Hornblattes ein. Während diese Zellen oberhalb der

Krone ihre alte Form beibehalten, nehmen sie auf der Krone und unterhalb derselben Cylindergestalt an (Fig. 1); zugleich findet unterhalb der Krone eine vermehrte Epidermisbildung statt, am stärksten an dem vorderen Ende der Klaue, so dass das Hornblatt daselbst nunmehr mehrere Schichten aufweist; bald darauf tritt, zunächst an den Seitentheilen, eine weitere Modifizirung dieser Zellen dadurch ein, dass die Cutis in der Richtung von der Krone zur Sohle sich in Form schmaler Leistchen zwischen je 2 Reihen von Cylinderzellen hineinschiebt und letztere dadurch, zunächst an ihren basalen Enden, auseinanderdrängt und abrundet; in der Längenrichtung der Klaue verbleiben die Cylinderzellen auch mit ihren der Cutis zugekehrten Enden im engsten Zusamenhange. Hierdurch entstehen zwischen den Cutisleistchen denselben entsprechende Epidermisleistchen, gebildet zunächst von den basalen Enden der Cylinderzellen. Diese Cutis- und Epidermisleistchen bilden die erste Anlage der Fleisch- und Hornblättchen. Auf Querschnitten der Wand sieht man in diesem Stadium (Klauenlänge 2—2½ mm) die abgerundeten Basalenden der Cylinderzellen in die Cutis hineinragen, wodurch eine regelmässig zackige Abgrenzung der Hornblättchen gegen die Cutis entsteht (Fig. 2), während sich auf schräg getroffenen Längsschnitten eine schwache Längsstreifung als Ausdruck der schräg der Länge nach getroffenen Fleisch- und Hornblättchen bemerkbar macht.

Der Vorgang der Blättchenbildung schreitet von den Seitentheilen der Wand zum Zehentheil und zu den Trachtentheilen fort, ohne dass die Blättchen für's Erste die Krone und die Sohle erreichen. Bei 3—4 mm langen Rinderklauen weist der Zehentheil noch keine Blättchen auf. Dagegen tritt daselbst die Cutis in Form eines schwachen Walles hervor, welcher in der Nähe der Klauenspitze beginnt und sich in der Folge

allmälig nach oben hin fortsetzt, dabei sich abflachend und in der Krone unmerklich verlierend. Dieser den Scheitel der Klaue bildende Wall zeichnet sich in der Folge dadurch aus, dass an demselben die Blättchen verhältnissmässig spät auftreten und auch bei ausgewachsenen Klauen eine geringere Höhe aufweisen, wie an den übrigen Theilen der Wand. Beim Schafe kommt es nicht zur Bildung eines Scheitel-Walles, doch bleibt auch an der Schafklaue eine ziemlich breite Partie des Zehentheils zunächst blättchenfrei.

In dem Masse, als die Cutisleistchen sich immer tiefer in das mehrschichtige Hornblatt hineindrängen, nehmen auch die Hornblättchen an Höhe und Breite zu. Zunächst bestehen sie aus je einer Reihe der ganzen inneren Cylinderzellen (nicht, wie bisher aus den basalen Enden), hierauf aus zwei übereinanderliegenden Reihen (Fig. 3), so dass zwischen je zwei Fleischblättchen nur eine Lage Cylinderepithelzellen sich vorfindet. Weiterhin tritt in Folge von Zweitheilung noch je eine zweite Reihe nebenan hinzu, so dass bei 4—5 mm langen Klauen jedes Hornblättchen von 2 Lagen der Länge nach neben einander geordneter Cylinderzellen gebildet wird (Fig. 5).

Bald nach der Anlage der Fleisch- und Hornblättchen treten auf dem vorderen Ende der Klaue kleine ganz unregelmässig gestaltete Erhebungen der Cutis auf. Diese Erhebungen der Cutis nehmen bald die Gestalt kleiner Papillen an und ihre Anlage schreitet zunächst beiderseits längs dem Rande der Sohle nach hinten fort. Gleichzeitig tritt eine starke Wucherung der Cutis an dem Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle nach oben hin auf, wodurch das vordere Ende und beiderseits der Sohlenrand mit dem angrenzenden unteren Theile der Wand aufgewulstet wird. Besonders stark tritt diese Aufwulstung beim Rinde auf und indem auch der Kronenwulst an Höhe zunimmt, erscheint beim Rinde

die Wandfläche in diesem Stadium (Klauenlänge ca. 5 mm) als eine um die Klaue verlaufende tiefe Rinne, welche nach unten von dem aufgewulsteten Sohlenrande, nach oben von dem Kronenwulste begrenzt wird. Beim Schafe, wo die Aufwulstung nur in geringem Masse hervortritt, wird die Wand dadurch flach ausgehöhlt. Diese Form behalten die Klauen bis zum Auftreten der Kronenpapillen bei.

Durch das Hineinwuchern der Cutis in das Hornblatt wird die Epidermis-Zellentheilung lebhaft angeregt und sowohl an der Wand wie an der Sohle bedeckt sich die innerste Cylinderschicht beim Auftreten der Blättchen und Papillen mit mehreren Lagen polyedrischer grosskerniger Stachelzellen, deren Zahl mit dem Vorschreiten der Blättchen- und Papillenbildung immer mehr zunimmt, nach aussen hin werden diese Zellen grösser, die Stacheln undeutlicher. Am stärksten ist die Epidermisbildung an dem vorderen Ende der Klaue; die Dicke des Epithels nimmt gegen den hinteren Theil der Klaue und der Krone hin allmälig ab.

An der Sohle, zunächst am vorderen Theile derselben, platten sich (schon bei 7 resp. 5 mm langen Klauen) die Epithelzellen in einiger Entfernung von den Papillenenden etwas ab und bilden eine Grenzschicht zwischen den nach innen und aussen von ihnen gelegenen mehr polyedrischen Zellen. In der Folge werde ich die von diesen abgeplatteten Zellen und von den nach aussen von ihnen gelegenen polyedrischen Zellen gebildete Epithellage, obgleich an derselben noch keine eigentliche Verhornung eingetreten, der Kürze halber als stratum corneum, die innerhalb der abgeplatteten Zellen gelegene Schicht als rete Malp. bezeichnen und diese Bezeichnung überall da anwenden, wo eine solche Grenzschicht in der Epithellage auftritt.

Auf der Wand nimmt unterdessen die Entwicklung der Blättchen ihren Fortgang. Indem sich die Fleischblättchen beim Rinde allmälig, beim Schafe ziemlich rasch an Höhe abnehmend zur Krone hin verlängern, entstehen auch auf dem oberen zur Krone ansteigenden Theile der Wand Hornblättchen, welche entsprechend den Fleischblättchen nach oben hin immer niedriger werden, dabei aber die Breite der in der Entwicklung schon vorgeschrittenen niedriger gelegenen Partien der Hornblättchen beibehalten, so dass sie zur Krone hin, namentlich an ihrer Basis, im Verhältniss zu ihrer Höhe immer breiter werden. (Fig. 4.)

Auch zur Sohle hin setzt sich die Anlage der Blättchen fort, wobei die Hornblättchen, und zwar auf Kosten der Fleischblättchen, an Stärke zunehmen. Beim Rinde erstreckt sich die Dickenzunahme hauptsächlich auf die Basis der Hornblättchen, so dass die Fleischblättchen am unteren Theile der Wand mit scharfer Kante in die Epithellage hineinragen; bei Schafklauen zeigen die Fleischblättchen auch am unteren Theile der Wand einen abgerundeten freien Rand. Für's Erste erreichen nur einzelne Fleischblättchen den Sohlenrand und enden, beim Schafe an der Uebergangsstelle der Wand in die Sohle an Stärke wieder ziemlich bedeutend zunehmend, in Form einer Papille. Die übrigen zwischen ihnen gelegenen Fleischblättchen nehmen allmälig an Höhe ab und hören schliesslich in verschiedener Höhe von der Sohle ganz auf. Demgemäss fliessen die letzteren Fleischblättchen entsprechenden Hornblättchen nach unten hin in einander über und bilden am untersten Theile der Wand mehr oder weniger breite, zwischen den verstärkten Fleischblättchen gelegene Epithelstreifen. (Fig. 12.)

Diese Vorgänge finden ganz unregelmässig statt und man sieht bald ein Hornblättchen bis zur Sohle

sich fortsetzen, bald 2, 3, 4 und noch mehr nebeneinanderliegende in einander überfliessen; die Abstände zwischen den bis zur Sohle sich fortsetzenden Fleischblättchen variiren dem entsprechend ganz bedeutend. In der Folge gehen immer mehr Fleischblättchen nach unten hin in je eine Papille über und in dem Masse, als die Fleischblättchen mit dem Grösserwerden der Klaue überhaupt an Höhe und an Breite zunehmen, setzen sich (beim Rinde hauptsächlich an den Seiten- und Trachtentheilen, beim Schafe in eben demselben Grade an dem Zehentheil) an das papillenförmige Ende derselben neue Papillen an, so zwar, dass die später angelegten nach aussen gelegenen mit ihrer Basis höher über der Sohle zu liegen kommen, als die nächst inneren. Die unteren Blättchenenden zeigen, da die Fleischwand bogenförmig in die Fleischsohle übergeht, eine nach aussen und unten gekehrte Convexität.

Dadurch, dass beim Rinde die Fleischblättchen, indem sie sich nach unten fortsetzen, an Stärke abnehmen und mit scharfer Kante in das Epithel hineinragen, erleidet letzteres am unteren Drittel der Wand, was Form und Gruppirung der Zellen anbelangt, einige Modificationen, indem die den freien Rändern der Fleischblättchen aufsitzenden Epithelzellen kappenartig angeordnet (d. h. mit ihren äusseren Enden gegen einander geneigt) nach aussen geschoben werden. Das Bindeglied für diese Kappen geben die aus den Hornblättchen nach aussen rückenden, mit ihrer Längenaxe senkrecht zur Wand gestellten abgeplatteten Epithelzellen. Anfänge solcher Kappenbildung sieht man schon bei c. 12 mm langen Rinderklauen. Beim Schafe treten die Kappen erst später, kurz vor dem Beginne der eigentlichen Verhornung der Wandzellen auf. Etwa bei 12 resp. 10 mm langen Klauen erscheint, wie schon früher an der Sohle, nunmehr auch an der Wand in einiger Entfernung

von der Basis der Hornblättchen eine Grenze zwischen dem rete Malp. und dem strat. corn. in Form parallel zur Wand abgeplatteter Zellen. Zuerst tritt diese Grenze in der Mitte der Zehenwand auf und setzt sich von da aus allmälig zur Krone und Sohle, sowie beiderseits zu den Trachten fort.

An der Sohle schreitet die Anlage der Papillen von dem vorderen Ende der Klaue und von dem Rande der Sohle langsam nach innen und hinten fort. Vom Hause aus ungleich gross angelegt, behalten die Papillen auch in der Folge diese Differenz in der Grösse bei, welche noch dadurch vergrössert wird, dass zwischen den in der Entwicklung schon vorgeschrittenen Papillen neue entstehen, so dass man in unmittelbarster Nähe Papillen von verschiedener Grösse antrifft. Am vorderen Ende der Klaue weisen die Papillen eine Richtung nach vorne auf und zeichnen sich von den mehr nach hinten gelegenen, welche eine Richtung nach unten und vorne haben, durch ihre bedeutende Grösse und ihre breite Basis aus.

Durch die Papillenbildung wird zunächst noch keine Differenzirung in der Gestalt und Lagerung der zwischen und über den Papillen gelegenen Hornblattzellen, wie sie später in Form von Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen auftritt, bedingt. Die den Cylinderzellen unmittelbar aufliegende Epithelmasse besteht sowohl an der Papillenoberfläche, wie auch in dem Interpapillarraum aus jungen mehr oder weniger runden, grosskernigen Stachelzellen; weiter nach aussen nehmen diese Zellen an Grösse zu, sind zunächst polyedrisch, dann ganz unregelmässig eckig geformt und scharf gegen die kleineren abgeplatteten Zellen des strat. corn., deren Zahl durch die mit der Papillenbildung zugleich erfolgende starke Proliferation der Retezellen bedeutend verstärkt ist, abgegrenzt. Die ganz unregelmässig gestalteten abgeplatteten und (weiter nach aussen) polyedrischen Zellen

des strat. corn. weisen ein gekörntes Protoplasma auf und es lässt sich noch bis zur äussersten Schicht ein relativ grosser Kern in denselben nachweisen.

Während mit dem Grösserwerden der Klauen die Höhenzunahme der Blättchen gleichmässig vor sich geht, treten in dem Dickenwachsthum derselben Unregelmässigkeiten auf, so dass in einem und demselben Blättchen in seinem Verlaufe nach unten bald dickere, bald dünnere Partien auftreten; bald betrifft die Dickenzunahme die Basis, bald den freien Rand oder den mittleren Theil des Blättchens, wobei in der Regel den dickeren Partien des einen Blättchens dünnere Stellen des Nachbarblättchens entsprechen. Dem entsprechend tritt auf Querschnitten dasselbe Blättchen, je nach der Stelle, an welcher es von dem Schnitte getroffen, bald mit breiter Basis und spitzigem Ende, bald mit kolbenartig erweitertem Ende oder verdicktem mittleren Theile auf (Fig. 6). Auf Längsschnitten ist dieses Verhalten durch varicöse Anschwellungen an einzelnen Partien der Blättchen angezeigt (Fig. 13 a). Durch diese Unregelmässigkeit im Dickenwachsthum der Blättchen ist es auch bedingt, dass an einzelnen besonders stark verdickten Stellen der Hornblättchen, bei gleichzeitiger sehr enger Basis daselbst, den in den Hornblättchen neugebildeten Epithelzellen der Ausweg zur Hornwand nicht ausreichend ist, so dass diese Zellen, concentrisch um einen Mittelpunkt sich gruppirend, kugelige Gebilde erzeugen, welche auf Querschnitten ähnliche Bilder liefern, wie querdurchschnittene Hornröhrchen (Fig. 6, Fig. 13). Derartige, zuweilen eine bedeutende Grösse zeigende Gebilde kommen am häufigsten in den Hornblättchen von Schafklauen vor, in welchen überhaupt die Ungleichheit in dem Dickenwachsthum der Hornblättchen am auffälligsten zu Tage tritt.

Die Hornblättchen werden vom Hause aus nicht in der bei den ausgebildeten Klauen vorhandenen

Zahl angelegt, sondern vermehren sich durch Zweitheilung; diese beginnt in den meisten Fällen an dem bei diesem Vorgange sich verdickenden freien Rande des Hornblättchens, indem die Cutis daselbst sich in Form einer parallel den übrigen Blättchen verlaufenden Leiste erhebt. Diese Leiste wird allmälig grösser und gelangt schliesslich bis zur Basis des Hornblättchens, dieses dadurch in zwei, selten gleich dicke Blättchen theilend. Zuweilen jedoch dringt die Cutisleiste nicht an dem freien Rande, sondern an der Seitenfläche des Hornblättchens in grösserer oder geringerer Höhe von dessen Basis in dieses hinein und es entsteht in diesem Falle ein neues Hornblättchen, welches eine geringere Höhe als die übrigen aufweist. Derartige sogenannte Afterblättchen trifft man auch recht häufig an der ausgebildeten Klaue an. Die Zweitheilung der Hornblättchen schreitet mit der Entwicklung der Klaue successiv vor, so zwar, dass zu gleicher Zeit nur wenige Blättchen von derselben ergriffen werden; dem entsprechend findet man in ein und demselben Stadium mehr oder weniger in der Zweitheilung vorgeschrittene Hornblättchen.

Bis zum Beginne der Papillenbildung an der Krone findet ausser der Anlage der Saumbandleiste weiter nichts Bemerkenswerthes in der Entwicklung der Klaue statt. Die Bildung der Saumbandleiste wird dadurch eingeleitet, dass schon bei 6—8 mm langen Klauen an der Cutis unmittelbar über dem oberen Rande der Fleischkrone eine flache Rinne entsteht, welche durch Epidermiszellen ausgefüllt wird. Diese Rinne vertieft sich in der Folge, zuerst an der lateralen Seite der Klaue, später, jedoch in geringerem Grade, auch an der medialen; dem entsprechend verstärkt sich die Epidermisschichte an diesen Stellen und ragt in Form einer Leiste mit scharfer Kante und breiter Basis in die Cutis hinein. Nach hinten und unten nimmt diese Leiste, sich allmälig ab-

flachend, an Breite zu und geht, sich schliesslich ganz verlierend, in den Hornballen über.

Kurz vor dem Auftreten der Kronenpapillen zeigen die einzelnen Theile der Klaue folgende Verhältnisse: Am vorderen Drittel der Sohle sind überall deutliche Papillen vorhanden. Am vordersten Theile der Sohle zeigen sie schon eine Länge von 0·3 mm; nach hinten nehmen sie allmälig an Grösse ab; am weitesten nach hinten reichen die Papillen an dem Rande der Sohle. Das rete Malp., dessen äussere Zellen eine bedeutende Grösse aufweisen, hat an dem vorderen Ende der Klaue durch die Grössenzunahme der Papillen daselbst eine mächtige Dicke erlangt; die Grenze zwischen ihr und dem strat. corn. ist dem entsprechend weit nach aussen gerückt. Eine Röhrenbildung hat noch nicht stattgefunden. Die Fleischblättchen beginnen niedrig am oberen Theile der Wand, nehmen zur Sohle hin allmälig an Höhe zu und erreichen ihre grösste Höhe am unteren Drittel der Wand, um dann an der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle wieder ziemlich steil abzufallen. Am unteren Theile der Wand sind die Fleischblättchen schmäler als am oberen und ragen beim Rinde mit scharfer Kante in das rete Malp. hinein; am mittleren Drittel der Wand zeigen sie sowohl bei Schaf- wie bei Rinderklauen einen mehr abgerundeten freien Rand. Die Hornblättchen werden in ihrem ganzen Verlaufe von wandständigen, schräg zur Oberfläche der Fleischblättchen gestellten Cylinderzellen und centralen länglichen Epithelzellen mit deutlichen Kernen gebildet. Das über den Hornblättchen befindliche Epithel ist je nach der Höhe der Wand verschieden beschaffen. An der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle ist es in bedeutender Stärke vorhanden, die Zellen desselben zeigen gestreckte Formen und sind senkrecht zur Wand gestellt. Am unteren Drittel der Wand wird mit Ausnahme der vor-

hin benannten Stelle das über den Blättchen befindliche Epithel, wie schon oben erwähnt, von kappenartig angeordneten mehr polyedrischen und zwischen ihnen gelegenen abgeplatteten Zellen gebildet. Nach aussen zu schwindet diese Anordnung, und Kappen- und Zwischenkappenzellen gehen ohne eine scharfe Grenze in gleichmässig gruppirte polyedrische Zellen über. An der Schafklaue zeigen die Kappen eine grössere Breite, aber eine bedeutend geringere Höhe als an der Rinderklaue.

Im mittleren Drittel der Wand (Fig. 7) liegen den Blättchen polyedrische, nach aussen an Grösse zunehmende Epithelzellen auf. Im Protoplasma dieser Zellen treten in dem Masse, als sie nach aussen rücken, Anfangs nur wenige, dann immer mehr Granula auf. Die äussersten und zugleich grössten dieser Zellen weisen ein stark granulirtes Protoplasma und einen relativ grossen, deutlichen Kern auf. In Carmin färben sich hauptsächlich die Granula, so dass diese Zellen an mit Carmin tingirten Präparaten roth punktirt erscheinen. Sie grenzen, eine 2—3schichtige Lage, das strat. granulosum bildend, an mehr oder weniger abgeplattete, stark lichtbrechende, in Carmin gar nicht oder nur unvollständig sich färbende Zellen mit undeutlich hervortretendem Kern. Die von letzteren Zellen gebildete Lage entspricht Oehl's strat. lucidum. Dieses strat. luc. gibt eine Grenze zwischen den Stachelzellen und den polyedrischen, bis nach aussen einen deutlichen Kern zeigenden Zellen des strat. corn. ab. Diese Grenze, welche etwa in der Mitte der Hornwand, wo sie auch zuerst auftritt, der Basis der Hornblättchen am nächsten gelegen ist, rückt zur Krone hin durch das Stärkerwerden des rete Malp. immer weiter nach aussen und schwindet am oberen Drittel der Wand schliesslich ganz; zugleich schwinden die granulirten Zellen. An dem oberen Theile der Wand sind die Hornblättchen niedrig, haben eine

breite Basis und werden von ebensolchen Epithelzellen gebildet, wie auf den niedrigeren Partien der Wand; die diesen Blättchen aufliegenden Retezellen erlangen jedoch, allmälig in das strat. corn. übergehend, nicht eine so bedeutende Grösse wie weiter unten. Zur Krone hin hören die Blättchen ganz niedrig werdend auf. Die Cutis der Krone bietet in ihrem ganzen Verlaufe eine platte Oberfläche dar, ihr sitzen die cylindrischen Retezellen senkrecht auf; auf diese folgen runde, dann polyedrische Zellen mit deutlichem Kern. Eine Grenze zwischen dem rete Malp. und dem strat. corn. tritt nicht hervor. Die äusserste Schicht besteht aus ganz flachgedrückten, länglichen Zellen mit verwischten Contouren und undeutlichem, langem Kern; diese Zellen bilden in ihrer Gesammtheit ein dünnes Häutchen, das sich auch nach unten hin, die ganze Klaue umgebend, fortsetzt. An dasselbe schliessen sich von innen her, in dem Masse als die Epidermis an Dicke zunimmt, immer mehr unregelmässig zusammengedrückte Zellen an, eine Vorstufe der das Häutchen bildenden darstellend. Dieses Häutchen dürfte identisch sein mit dem von Welcker[1]) und Kerbert[2]) „Epitrichium“ und „Epitrichialschicht“ bezeichneten Ueberzuge des gesammten Embryo und ist als der Ausdruck absterbender, im Amnionwasser sich ablösender und untergehender Epithelzellen aufzufassen. An dem oberen Rande der Krone befindet sich die Rinne für die oben angeführte Saumbandleiste. Die Klauen weisen in diesem Stadium beim Rinde eine Länge von 18—20, beim Schafe von 8—10 mm auf; ihre Form ist dieselbe, wie bei den 5—6 mm langen.

---

[1]) Welcker: Ueber die Entwicklung und den Bau der Haut und der Haare bei Bradypus. Halle 1864. cit. bei Kerbert. pag. 230.

[2]) Kerbert: Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere. M. Schulze's Archiv. 1877. pag. 205.

Durch das Auftreten der Kronenpapillen erleiden Form und Structur der Klauen wesentliche Modificationen. Eingeleitet wird die Bildung der Kronenpapillen dadurch, dass die oberen Fleischblättchenenden dicker werden und von denselben sich je eine kleine Papille in das rete Malp. erhebt; die Blättchen setzen sich hierauf noch eine Strecke weit nach oben fort, indem sie dabei an der Rinderklaue eine Biegung von der Zehe zu den Trachten erfahren. An der Schafklaue zeigen die oberen Blättchenenden am Zehentheil eine Neigung zur Medianlinie der Klaue; an den Seiten- und Trachtentheilen sind sie eben so wie beim Rinde von der Zehe zu den Trachten geneigt. Auf den oberen Blättchenenden entstehen hinter und über den zuerst angelegten successiv neue Papillen. Auch hier erleiden, ähnlich wie am unteren Ende, zunächst nicht alle Fleischblättchen eine Verstärkung; doch zeigt sich hier eine grössere Regelmässigkeit insofern, als meist zwischen je zwei verstärkten Blättchen eins zunächst ganz aufhört. Zu gleicher Zeit treten an der Cutis der Krone unregelmässige Erhabenheiten auf, die sich allmälig zu Papillen ausbilden. Diese Papillen, welche senkrecht zur Wand angelegt, sich bald mit ihren Enden nach unten richten, werden beim Rinde vom Hause aus grösser angelegt, als die von den oberen Enden der Blättchen gebildeten, und übertreffen in der Folge letztere an Wachsthum ganz bedeutend. Auch bei völlig ausgebildeten Rinderklauen weisen die inneren Hornröhrchen, entsprechend den geringer ausgebildeten Papillen, einen kleineren Querdurchmesser auf als die nächstfolgenden.

Beim Rinde erscheinen die ersten Papillen am Zehentheile, am unteren Rande der Krone und setzen sich von hier aus allmälig nach oben und beiderseits nach hinten und unten fort. Die oberen Blättchenenden nehmen, bevor sie in Papillen übergehen, nur

unbedeutend an Stärke zu. Beim Schafe zeigen bei der Anlage der Kronenpapillen die oberen Fleischblättchenenden am Zehentheil dasselbe Verhalten wie beim Rinde; an den Seiten- und Trachtentheilen dagegen nehmen die Fleischblättchen in der Nähe der Krone an Stärke bedeutend zu. Die ersten Papillen werden beim Schafe beiderseits an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den betreffenden Seitentheilen angelegt und zwar in einer grösseren Stärke und Entfernung vom oberen Kronenrande, als die erst später auftretenden Papillen des Zehentheils. Durch letzteren Umstand erlangt die Fleischkrone an diesen Theilen eine grössere Breite als am Zehentheil. In der Folge nimmt sie daselbst auch an Höhe bedeutend zu, so dass bei Schafklauen die Fleischkrone nach dem Auftreten der Kronenpapillen beiderseits an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den betreffenden Seitentheilen eine grössere Stärke aufweist als am Zehentheil.

An den Seiten- und Trachtentheilen der Schafklaue, besonders an der lateralen Seite derselben, entstehen nach und nach auf den nach oben sich fortsetzenden Fleischblättchenenden mehr Papillen, als am Zehentheil und während am Zehentheile diese inneren Papillen, was die Grösse derselben anbelangt, dasselbe Verhalten zeigen wie an der Rinderklaue, erlangen umgekehrt an den Seiten- und Trachtentheilen gerade die den oberen Fleischblättchenenden aufsitzenden Papillen eine ganz bedeutende Stärke. Doch übertreffen auch hier in der Folge die äusseren dieser Papillen die nächstinneren an Grösse.

Mit dem ersten Auftreten der Kronenpapillen erlangen die innersten der Fleischkrone aufsitzenden Cylinderzellen mehr gestreckte Formen, während zugleich die ganze Epithelschicht, beim Rinde zunächst am Zehentheil, beim Schafe an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den betreffenden Seitentheilen,

bedeutend verstärkt wird; die auf die Cylinderschicht folgenden polyedrischen Zellen nehmen in einiger Entfernung von der Cutis länglich ovale Formen an und erscheinen wie zusammengepresst. Derartige Zellen treten auch am oberen Theile der Wand auf und es ist durch dieselben nun auch an dem oberen Theile der Wand und dem unteren Theile der Krone eine Grenze zwischen dem rete Malp. und strat. corn. gegeben. Diese Grenze tritt an der Krone und am oberen Theile der Wand in grösserer Entfernung von der Cutis auf als am mittleren Theile der Wand. Mit dem Grösserwerden der Papillen werden die länglich ovalen Zellen immer mehr abgeplattet, im Protoplasma derselben treten Granula auf; bald darauf erscheint um die granulirten Zellen an Stelle der Stacheln ein hellglänzender Saum; die Contouren der Zellen treten dadurch scharf hervor. Hierauf werden die Granula ganz undeutlich, der Saum nimmt an Breite zu, verdeckt schliesslich die Contouren der Zellen vollständig und an Stelle der länglich abgeplatteten Retezellen tritt jetzt ein homogen erscheinender glänzender Streifen auf, in welchem die länglichen Kerne dieser Zellen als dunkle, längliche Striche erscheinen. Dieser Streifen, welcher die erste wirkliche Hornmasse der Klaue bildet und bei pigmentirten Klauen von dunklen Pigmentkörnern durchsetzt ist, tritt beim Rinde zuerst am Zehentheil der Klaue, an der Uebergangsstelle der Krone in die Wand auf, gehört also theils der Krone, theils der Wand an. Beim Schafe beginnt der Verhornungsprocess am oberen Theile der Wand, beiderseits an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den betreffenden Seitentheilen, und zwar tritt an der Schafklaue die erste Hornmasse in grösserer Entfernung von der Cutis auf, als beim Rinde.

Kurze Zeit nach der Anlage der Kronenpapillen treten auch an der hinteren Fläche der Saumbandleiste Papillen auf, wodurch die Reteschicht daselbst ver-

stärkt und die äusseren Zellen derselben, länglich abgeplattet, nach unten über den oberen Rand der Krone gedrängt werden.

Auf der Wand erscheint die erste Hornmasse an der oben angegebenen Grenze zwischen dem rete Malp. und dem strat. corn., also in verschiedener Höhe der Wand verschieden weit von der Basis der Hornblättchen entfernt und schreitet dieser Grenze entsprechend nach unten und beiderseits nach hinten fort. Die anfangs dünne Hornmasse nimmt an dem Uebergangstheil der Krone in die Wand durch Anlagerung neuer Hornzellen von innen her immer mehr an Dicke zu. Indem die Kronenpapillen in das rete Malp. eindringend sich mit ihren Spitzen beim Rinde nach unten und aussen, beim Schafe mehr nach unten richten, bekommt die ganze, von der Krone kommende Hornmasse diese Richtung. Dadurch erleiden die auf der Klauenwand vom rete Malp. immer auf's Neuen gebildeten Zellen einen doppelten Druck, sowohl von oben und innen durch die nachrückenden Zellen, als auch von aussen durch die schon vorliegende Hornschicht. Durch diesen Umstand wird der Verhornungsprocess daselbst mächtig angeregt; zugleich werden beim Rinde die von innen nach aussen rückenden Hornzellen in ihren oberen Lagen nach unten und zur Wand gerichtet abgeplattet, kommen also mit ihrem Längendurchmesser schräg zur Wand zu stehen, während sie beim Schafe auf dem Längsschnitte mehr senkrecht zur Wand gerichtet erscheinen; letzteres ist bedingt durch das steilere Ansteigen der Krone bei der Schafklaue, wodurch die von der Krone stammende Hornmasse mehr eine Richtung nach unten bekommt. Durch die erwähnte Zelllage ist eine Grenze gegeben zwischen den Wandzellen und den von der Krone kommenden, beim Schafe polyedrischen, beim Rinde parallel der Wand abgeplatteten Hornzellen, welche besonders deutlich an den eben

in Verhornung begriffenen Zellen, deren Contouren dann recht deutlich hervortreten, zu sehen ist. Diese Grenze tritt in der Folge nicht mehr so deutlich hervor, theils dadurch, dass mit dem Auftreten der Hornröhrchen die Zwischenröhrchenzellen ebenfalls schräg zur Wand abgeplattet werden, theils durch den Umstand, dass mit dem Fortschreiten des Verhornungsprocesses die Contouren der Zellen verwischt werden. Schliesslich werden diese Wandzellen durch Kappen- und Zwischenkappenzellen ersetzt.

Durch das nach unten rückende Horn werden auch die Kappen- und Zwischenkappenzellen in ihren äusseren Lagen mit nach unten gezogen und in dem Masse, als die Kappen dabei nach unten an Höhe zunehmen, wird das von der Krone stammende Horn nach aussen gedrängt. Von den unteren zur Sohle gebogenen Hornblättchenenden rücken in der Folge die Kappen und ihre Zwischenzellen in toto nach unten über den Fleischsohlenrand, so dass sich nunmehr auch in dem das Sohlenhorn nach aussen umgebenden Wandhorn kappenartig angeordnete Zellen vorfinden.

Die anfangs dünne Hornlage nimmt auch an der Wand allmälig an Stärke zu, theils durch das von oben nachrückende Horn, theils dadurch, dass immer mehr Retezellen der Wand verhornen. Durch letzteren Umstand rückt die Hornmasse immer näher zur Basis der Hornblättchen und schliesslich (bei 32, resp. 18 mm. langen Klauen) greift der Verhornungsprocess auch in die Hornblättchen hinein, zuerst an dem mittleren Theile der Wand, weil hier die Hornmasse vom Hause aus näher der Basis der Hornblättchen auftrat. Die Verhornung ergreift nur den centralen Theil der Hornblättchen und tritt in der Weise auf, dass zuerst nur einzelne Zellen verhornen, so dass die beiden Wandflächen der Hornblättchen durch die zwischen ihnen gelegenen verhornten Zellen brückenartig verbunden werden (Fig. 14). Schliesslich gehen alle centralen

Zellen den Verhornungsprocess ein und die Hornmasse ragt keilartig in die Hornblättchen hinein. Am unteren Drittel der Wand beginnt die Verhornung an der Grenze zwischen der äusseren und der inneren Schicht des Wandhorns; in letzterer verhornen zuerst die Zwischenkappenzellen, hierauf auch die Kappenzellen, und zwar zuerst die äusseren. Die Kappenschicht tritt nun auch schon makroskopisch in Form eines hellen Streifens hervor. In dem Masse, als die Verhornung vorschreitet, nimmt dieser Streifen an Breite zu und bildet in der Folge einen Theil der sogenannten weissen Linie.

Mit dem Beginne der eigentlichen Verhornung erlangt die Klaue allmälig ihre definitive Form. Das nach oben und aussen aufgewulstete vordere Ende derselben richtet sich nach vorne und die bis dahin rinnenförmig ausgehöhlte Wandfläche wird nach und nach mehr eben, in der Weise, dass die Rinne, sich abflachend, immer näher zum vorderen Ende der Klaue rückt und schliesslich ganz verschwindet.

Bei ca. 34—38 mm. langen Rinderklauen ist am Zehentheil der Verhornungsprocess nach unten bis zur Uebergangsstelle der Wand in die Sohle, nach oben bis zum oberen Rande der Krone vorgeschritten. An der Krone ist die Papillenbildung bis nach oben erfolgt; in einiger Höhe vom unteren Rande derselben zeigen die Papillen schon eine bedeutende Länge, ragen jedoch mit ihren Enden noch nicht in die verhornte Masse hinein. Letztere besteht an der Krone in ihrer ganzen Dicke aus flach aufeinanderliegenden, mit ihrem Längendurchmesser parallel der Fleischkrone angeordneten Hornzellen. Eine Röhrchenbildung hat noch nicht begonnen. An der Uebergangsstelle der Krone in die Wand zeigt die von der Krone herabrückende Hornmasse ihre grösste Stärke und setzt sich an Stärke abnehmend nach unten hin fort, hier die äussere Lage des Wandhorns bildend. Die

innere Schicht des Wandhorns stammt von den Retezellen der Fleischwand her und wird ebenfalls von abgeplatteten, jedoch mit ihrem Längendurchmesser mehr schräg zur Wand gestellten Hornzellen gebildet. Nach aussen geht diese Schicht, indem ihre Zellen eine immer mehr parallele Richtung zur Wand annehmen, ohne eine scharfe Grenze in die äussere Lage über. Die von der Wand stammende Hornmasse nimmt zur Sohle hin an Stärke zu; dagegen verliert das der Basis der Hornblättchen aufliegende rete Malp. nach unten hin immer mehr an Stärke und an den mittleren Partien der Wand ragt die verhornte Masse in die Hornblättchen hinein. In diesem Stadium sind auch an den mittleren Partien der Wand die Epithelzellen über den freien Rändern der Fleischblättchen kappenartig angeordnet, die Kappen haben jedoch an diesem Theile nur eine geringe Höhe. Nach unten nehmen sie an Höhe zu und an den unteren Partien der Wand wird fast die ganze innere Schicht des Wandhorns von Kappen- und Zwischenkappenzellen gebildet. Die grösste Dicke zeigt die Hornmasse am Zehentheil. Beim Schafe (Klauenlänge c. 20 mm) ist die verhornte Masse am stärksten beiderseits an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den betreffenden Seitententheilen. An den Seitentheilen besteht die äussere Schicht des Wandhorns bereits schon grösstentheils aus Röhrchen und Zwischenröhrchenzellen, während sie an dem Zehentheil dieselbe Structur besitzt, wie bei den Rinderklauen. Auf den Grund dieses Verhaltens soll weiter unten eingegangen werden. An der Sohle hat sowohl bei Rinder- wie auch bei Schafklauen die Verhornung noch nicht begonnen. Die Papillenbildung ist bis zu dem hinteren Theile der Sohle erfolgt; daselbst sind die Papillen noch klein und gehen continuirlich in die grösseren Papillen des Fleischballen über. Auch an den vorderen Partien der Sohle finden sich zwischen in der Entwicklung

schon vorgeschrittenen Papillen ganz kleine, eben erst angelegte. Die Enden der Papillen sind theils spitz zulaufend, theils mehr abgerundet. Die Stärke und die Abstände der Papillen von einander sind sehr wechselnd. An den vorderen Partien der Sohle haben sich die Epithelzellen zu Röhrchen gruppirt.

Der Entwicklungsmodus der Sohlenröhrchen ist folgender: Mit der Grössenzunahme der Papillen werden die ihrer Oberfläche aufsitzenden Epithelzellen abgeplattet und, indem sie die Papillen entlang nach unten rücken, so um das spitz zulaufende Ende der Papillen gruppirt, dass sie mit ihren unteren Enden gegeneinandergekehrt, über einander gelagerte, den Papillenenden aufsitzende Kappen bilden (Fig. 11). Indem die so angeordneten Zellen immer weiter nach unten geschoben werden, entstehen, da die von den Interpapillarflächen kommenden Epidermiszellen ihre polyedrischen Formen beibehalten, in der Epithelmasse Säulen, welche von den abgeplatteten, in der Nähe der Papillenenden mit ihren unteren Enden convergirenden, in einiger Entfernung von denselben mehr flach an einandergelagerten Epidermiszellen gebildet und durch polyedrische, den Interpapillenräumen entstammende Zellen miteinander verbunden werden. Diese Epidermissäulen werden in der Folge dadurch modificirt, dass die Papillen im Laufe der Entwicklung ihre Form ändernd nicht mehr spitz zulaufen, sondern ein cylinderförmiges abgerundetes Ende aufweisen. Die von diesen abgerundeten Papillenenden nach unten rückenden Epithelzellen zeigen mehr polyedrische Formen, so dass die Röhrchen in diesem zweiten Entwicklungsstadium von centralen polyedrischen und wandständigen abgeplatteten Zellen gebildet werden (Fig. 10). Die Enden der Papillen weisen meist nur eine geringe Stärke auf, in Folge dessen ist die Zahl der von denselben nach unten rückenden Zellen eine nur geringe und man sieht auf dem Querschnitte

meist nur 2—3 solcher Zellen den Inhalt eines Röhrchens bilden.

Indem mit dem Fortschreiten der Entwicklung der Klaue der Verhornungsprocess (s. w. u.) zwischen die Papillenenden hineingreift, verhornt zugleich mit den Interpapillarzellen das der Papillenoberfläche aufliegende Epithel (mit Ausnahme der innersten Zellen desselben), zunächst in seinen äusseren Lagen; dadurch entsteht um das Papillenende ein fester Hornmantel; die von den Papillenenden nach unten geschobenen Epithelzellen werden durch denselben vor Druck geschützt und verhornen nicht, sondern gehen in einiger Entfernung von dem Papillenende die Fettmetamorphose ein. Dieses dritte Stadium der Röhrchenbildung tritt in der oben beschriebenen Weise meist nur an dem vordersten Theile der Klaue auf, indem fast nur an diesem die Verhornung zwischen die Enden der eine bedeutende Grösse zeigenden Papillen hineingreift. An den übrigen Partien des Sohlenhorns reichen die meisten Papillen auch bei völlig ausgebildeten Klauen nicht über das rete Malp. hinaus; es kommt in Folge dessen nicht zur Bildung eines das Papillenende umgebenden Hornmantels; die in der Nähe der Papillenenden polyedrischen Röhrcheninhaltzellen nehmen beim Eintritte der eigentlichen Verhornung des Sohlenhorns in dem Masse, als sie sich von den Papillenenden entfernen, mehr gestreckte Formen an und gehen eine Art von Verhornung ein, so zwar, dass sie auch in der Folge durch ihren dunklen, stark granulirten Zellkörper von den vollständig verhornten Röhrchenwand- und Zwischenröhrchenzellen unterschieden werden können.

In dem Wandhorn der Rinderklaue treten die Röhrchen erst mit dem Hineingreifen der Verhornung zwischen die Enden der Kronenpapillen, welche bei c. 38 mm langen Klauen zuerst an den unteren Partien der Krone erfolgt, auf. Die ersten Entwicklungs-

stadien, bestehend in einer Differenzirung der Zellenformen, kommen hier nicht zum Vorschein, da beim Rinde die den Interpapillarräumen entstammenden Epithelzellen beinahe parallel zur Oberfläche der Wand abgeplattet werden. Erst mit dem Hineingreifen der Verhornung zwischen die Papillenenden treten Verschiedenheiten in den Epithelzellen hervor, indem die an der Spitze der Papillen gebildeten Retezellen nicht verhornen, sondern als besonders geartete Epidermiszellen nach unten rückend den Inhalt der Hornröhrchen bilden. Im Beginne der Hornröhrchenbildung ist die Zahl dieser Zellen auch hier eine geringe, da die Endflächen der Papillen noch sehr klein sind; auf dem Querschnitte sieht man nur eine oder zwei derselben nebeneinander gelagert und durch ihren dunklen granulirten Zellleib in der homogen erscheinenden glänzenden Hornmasse hervortreten. Mit dem Fortschreiten der Verhornung werden die Lumina der Röhrchen dadurch, dass die Papillen an Umfang zunehmen, grösser und indem zugleich auch die von den Zwischenpapillenflächen nach unten rückenden Hornzellen eine mehr schräge Richtung zum Längendurchmesser der Röhrchen annehmen, treten auch die Wandzellen der Röhrchen auf den Querschnitten als um die Axe des Röhrchens gebogene Platten hervor. Der Druck der Epithelzellen gegen einander ist, da die Fleischkrone beim Rinde nur flach ansteigt, in der Richtung des Dickendurchmessers des Wandhorns ein sehr grosser, die Röhrchen werden in Folge dessen in dieser Richtung abgeplattet. Die Lumina derselben erscheinen auf dem Querschnitte stark oval, mit ihrem grössten Durchmesser parallel zur Wand gelagert. Die ersten Röhrchen entsprechen den am meisten entwickelten, etwas oberhalb des unteren Kronenrandes gelegenen Papillen, indem die Verhornung zwischen die Enden dieser Papillen zuerst hineingreift.

An der Wand der Schafklaue gestaltet sich das Verhältniss anders. Wie schon erwähnt, tritt beim Schafe das erste Horn an der Krone und am oberen Theile der Wand in grösserer Entfernung von der Cutis auf, wie beim Rinde. Die grösste Stärke zeigt das innerhalb der Hornmasse gelegene (nicht verhornte) Epithel beiderseits an der schon mehrfach erwähnten Grenze zwischen Zehen- und Seitentheil. An diesen Stellen, und zwar unterhalb der verhornten Masse treten schon bei 15 mm langen Klauen von nicht verhornten Zellen gebildete Röhrchen des 1. und 2. Entwicklungsstadiums auf. Dieses ist bedingt theils durch die relativ bedeutende Grösse der Papillen an diesen Theilen der Krone, theils dadurch, dass die von den Interpapillarflächen nach unten rückenden Epithelzellen, durch das steilere Ansteigen der Krone einem geringeren Drucke ausgesetzt wie beim Rinde, ihre polyedrischen Formen beibehalten, während die den Papillenoberflächen entstammenden Hornzellen parallel zur Wand abgeplattet nach unten rücken und die Wandungen der Röhrchen bilden. Die Röhrcheninhaltzellen sind ebenso wie an der Sohle anfangs abgeplattet, späterhin mehr polyedrisch. Wie beim Rinde, treten auch beim Schafe die ersten Wandröhrchen in einiger Entfernung von der Fleischwand auf; ihre Anlage setzt sich in der Folge auch auf die hinteren Theile der Seitenwände und auf die Trachtentheile fort. Die Bildung der nicht verhornten Röhrchen erstreckt sich nur auf die inneren Partien der Seiten- und Trachtenwände und dauert nur kurze Zeit an. Schon bei ca. 17 mm langen Schafklauen greift die Verhornung etwas oberhalb des unteren Kronenrandes zwischen die Papillenenden hinein, Röhrchenwand- und Zwischenröhrchenzellen rücken nun im verhornten Zustande nach unten, während die Röhrcheninhaltzellen in Verfettung übergehen. Auf dem Querschnitte treten die Röhrchen an diesen

Theilen der Wand, besonders an der lateralen Seite der Klaue, deutlich hervor, die Lumina derselben sind rund und zeigen eine bedeutende Grösse. An der Zehenwand und an den äusseren Partien der Seiten- und Trachtenwände erfolgt die Röhrchenbildung erst mit dem Hineingreifen der Verhornung zwischen die Papillenenden. Wie beim Rinde haben diese Röhrchen, auch bei ausgebildeten Klauen, einen nur geringen Durchmesser und erscheinen auf dem Querschnitte länglich oval.

An der Sohle beginnt die Verhornung bei ca. 44 resp. 24 mm langen Klauen am vorderen Theile derselben; es tritt jedoch an der Sohle die erste Hornmasse nicht wie an der Wand als eine zusammenhängende stark lichtbrechende Schicht auf, sondern die in Verhornung begriffenen, von einem hellen Saum umgebenen Zellen des strat. luc. erscheinen zerstreut zwischen nicht verhornten granulirten, und zwar zuerst etwas unterhalb der Papillenenden, in der Zwischenröhrchenschicht und in den äusseren Lagen der Röhrchenwandzellen. Die Verhornung ist nicht so vollständig wie an der Wand und es lassen sich auch an den verhornten Partien die Contouren der Zellen, obgleich nur undeutlich, unterscheiden.

In dem Masse, als die Hornschicht der Wand an Dicke zunimmt, verdünnt sich die von nicht verhornten Zellen gebildete äusserste Lage der Hornwand, indem immer mehr Zellen im Amnionwasser zu Grunde gehen. Zuerst schwindet diese Schicht am oberen Theile der Wand: bei 44 mm langen Rinderklauen liegt die Hornmasse an dieser Stelle der Wand frei. Bis zur Geburt ist sie an der Wand und an der Krone vollständig geschwunden; nur an der Sohle erhält sie sich fast in ihrer ganzen Stärke bis zur Geburt und fällt erst nach der Geburt ab.

Beim Rinde treten im Saumbandhorne die ersten Röhrchen bei 38—40 mm langen Klauen auf, bevor

noch der Verhornungsprocess daselbst begonnen hat. Bei 44 mm langen Rinderklauen reicht das Saumband, so weit es einen röhrigen Bau zeigt, etwa bis zur Mitte der Krone nach unten. Ueber die ganze Klauenwand erstreckt es sich niemals, wenn man nicht die äusserste unverhornte Schicht des Wandhorns, in welche es continuirlich übergeht, zum Saumbande rechnen will, was falsch wäre, da diese Schicht von der Krone resp. der Wand stammt und niemals einen röhrigen Bau zeigt. Bei völlig ausgebildeten Klauen besteht das Saumbandhorn aus unvollständig verhornten Röhrchen und deren Zwischenzellen; letztere zeigen polyedrische Formen. Die Lumina der Röhrchen treten deutlich hervor und erscheinen auf dem Querschnitte rund.

An den Blättchen schreitet die Verhornung nur langsam nach oben und nach unten fort. Auch am oberen Drittel der Wand treten in der Folge Kappen auf, so dass schliesslich mit Ausnahme des obersten Theiles der Wand die ganze innere Schicht der Hornwand, so weit sie nicht von Hornblättchen gebildet wird, aus Kappen- und Zwischenkappenzellen besteht. Während die Kappen jedoch auch in der Folge am oberen Drittel der Wand nur eine geringe Höhe zeigen, nehmen sie beim Rinde an den unteren Partien der Wand an Höhe ganz bedeutend zu; zugleich erfahren sie, schon am oberen Theile der Wand, eine Neigung von der Zehe zu den Trachten, kommen also etwas schräg zur Höhenaxe der Fleischblättchen zu stehen (Fig. 8). Bei der Schafklaue sind die Kappen am Zehentheil zur Medianlinie der Klaue, an den Seiten- und Trachtentheilen von der Zehe zu den Trachten hin geneigt. Auf den wahrscheinlichen Grund dieses letzteren Verhaltens der Kappen soll später bei Mittheilung der Entwicklung des Hufes eingegangen werden.

Beim ca. vier Wochen alten Kalbe zeigt die innere Schicht des Wandhorns am Uebergangstheile

der Fleischwand in die Fleischsohle die Hälfte der ganzen Wandstärke, die Kappen weisen in Folge dessen eine ganz bedeutende Höhe auf (Fig. 9). Am tiefsten ragt die Hornmasse am mittleren Theile der Wand in die Hornblättchen hinein, an ihren oberen und unteren Partien bestehen die Hornblättchen noch in ihrer ganzen Höhe aus nicht verhornten Epithelzellen. Am unteren Theile der Wand zeigt das dem freien Rande der Fleischblättchen aufliegende Epithel noch eine mächtige Stärke und reicht, den inneren Theil der Kappen bildend, ziemlich weit nach aussen. Die äussere Lage des Wandhorns zeigt den grössten Querdurchmesser am obersten Theile der Wand und nimmt nach unten allmälig an Dicke ab. Die Röhrchen sind nur ca. bis zur Hälfte der Wand nach unten gerückt; an der unteren Hälfte der Wand wird die äussere Hornschicht noch in ihrer ganzen Dicke von parallel zur Wand abgeplatteten Hornzellen gebildet. Die innersten Kronenpapillen haben noch keine Röhrchen gebildet.

Die weisse Linie tritt auf dem Tragrande erst nach der Geburt hervor, nachdem die die Sohle umgebende weiche Epithelmasse abgestossen ist. Sie zeigt anfangs nur eine geringe Breite und wird von den bis zum Tragrande vorgeschobenen verhornten Kappen- und Zwischenkappenzellen gebildet. Nachdem die Verhornung auch die unteren Blättchenenden ergriffen und von dort aus die Hornblättchen im verhornten Zustande zum Tragrande rücken, nimmt die weisse Linie auf dem Tragrande immer mehr an Breite zu. Bei ausgebildeten Klauen wird sie von der ganzen inneren Schicht des Wandhorns gebildet; es lassen sich an ihr nunmehr 2 Schichten unterscheiden: die äussere bilden die Kappen- und Zwischenkappenzellen; die innere besteht aus den von den unteren Hornblättchenenden nach unten sich fortsetzenden Hornstreifen und den zwischen ihnen ge-

legenen, reihenweise angeordneten, von den Papillen der unteren Fleischblättchenenden gebildeten Hornröhrchen. Diese zwei Schichten lassen sich, obgleich nur undeutlich, an der ausgebildeten Klaue schon mit blossem Auge unterscheiden.

In dem Masse, als auch die innersten Kronenpapillen an Grösse zunehmen und nach und nach immer mehr von denselben Röhrchenbildung bedingen, die Röhrchen also näher zur Fleischwand zu liegen kommen, wird die Bildung der von den Retezellen der Fleischwand nach aussen rückenden Hornzellen beschränkt; bei ausgebildeten Klauen ist in Folge dessen die Höhe der Kappen und dem entsprechend auch die Stärke der inneren Schicht des Wandhorns eine relativ geringere, wie beim Kalbe.

Die ausgebildete Rinderklaue weist folgende Structurverhältnisse auf: Die Blättchen beginnen niedrig am unteren Theile der Krone, erreichen in ihrem Verlaufe nach unten ihre grösste Höhe in einiger Entfernung von dem Uebergange der Fleischwand in die Fleischsohle und nehmen von hier ab nach unten an Höhe wieder ab. Die Hornblättchen werden im Grossen und Ganzen nach unten zu dicker, die Fleischblättchen dünner. Die ausgebildete Klaue zeigt also in dieser Hinsicht dasselbe Verhalten wie in den früheren Entwicklungsstadien. Die Blättchen zeigen ebenso wie während der Embryonalperiode an ihren unteren Enden eine nach aussen und unten gekehrte Convexität. Die Länge der convexen Blättchenenden ist am Trachtentheil grösser, wie am Zehentheil. Bei den Fleischblättchen sitzen diesen convexen Enden hinter- und über einander geordnet und mit ihrer Längsaxe nach unten gerichtet, kleine Papillen auf. Auf das einzelne Blättchenende kommen am Zehentheil im Durchschnitt 5—6 dieser Papillen; einzelne Blättchen hören auch wohl auf ohne in Papillen überzugehen. Zu den Trachten hin steigt, entsprechend der grös-

seren Länge der convexen Fleischblättchenenden, die Zahl der Papillen auf 15 und noch mehr.

Die innere, von den Hornblättchen und den Kappen mit ihren Zwischenzellen gebildete Schicht der Hornwand nimmt von oben nach unten an Stärke zu. Die, glatte Seitenflächen aufweisenden Hornblättchen bestehen mit Ausnahme ihrer obersten Enden aus centralen verhornten Zellen und wandständigem Epithel. Eine Grenzschicht zwischen letzterem und den Hornzellen ist durch die stark lichtbrechenden, abgeplatteten Zellen des strat. luc. gegeben. Granulirte Zellen bilden in den Blättchen kein besonderes stratum, sondern treten nur vereinzelt zwischen dem wandständigen Epithel und dem strat. luc. auf. Zur Basis der Hornblättchen nimmt die Zahl der granulirten Zellen zu, besonders zahlreich sind sie an der äusseren Grenze des den freien Rändern der Fleischblättchen aufliegenden Epithels vorhanden. Am obersten Theile der Wand werden die Hornblättchen in ihrer ganzen Höhe von nicht verhornten abgeplatteten Epithelzellen gebildet. Zur Basis der Hornblättchen nehmen diese Zellen an Grösse zu, erlangen mehr polyedrische Formen und gehen nach oben und aussen continuirlich in die ebenfalls von nicht verhornten Epithelzellen gebildete Interpapillarschicht der Krone über. Von der Krone zur Sohle hin nimmt der verhornte centrale Theil der Hornblättchen an Stärke zu. Die Zahl der nicht verhornten Zellen nimmt etwa bis zur unteren Hälfte des oberen Drittels der Wand ab; von da ab behält das wandständige Epithel seine Stärke fast bis zur Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle bei [3]), während am freien Rande der Hornblättchen die Zahl der nicht verhornten Epithelzellen zunimmt, so dass zur Sohle hin die

[3]) Die Angabe Rajewsky's (s. o.), dass die Zahl der nicht verhornten Zellen in den Blättchen von oben nach unten abnimmt, kann ich demnach nicht bestätigen.

Entfernung der Hornzellen von dem freien Rande der Hornblättchen immer grösser wird. An der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle sind die centralen Zellen der hier sehr niedrigen Hornblättchen nur an der Basis derselben verhornt. Von hier ab nimmt die Zahl der zwischen den Papillenreihen der unteren Blättchenenden nach unten rückenden nicht verhornten Epithelzellen ab, die der verhornten zu. Die den eben erwähnten Papillen entsprechenden Röhrchen sind klein und treten nur undeutlich hervor. Die zwischen ihnen gelegenen Epithelstreifen werden von vollständig verhornten Zellen gebildet.

Die am oberen Theile der Wand nur eine ganz geringe Stärke zeigende Kappenschicht nimmt nach unten bis zum unteren Theile des mittleren Drittels der Wand (am Zehentheil ca. 10—12 mm von dem Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle) nur wenig, von da ab bedeutend an Dicke zu. Ihre grösste Höhe zeigen die Kappen an der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle; von da ab setzen sie sich in gleichbleibender Stärke bis zum Tragrande fort. Auf der Schnittfläche lässt sich die Kappenschicht am unteren Theile der Wand schon mit blossem Auge erkennen; sie tritt durch die hellere Färbung des Hornes ziemlich deutlich hervor. Gegen die äussere Schicht des Wandhornes ist sie durch eine schmale milchweisse Linie, welche von den äusseren Enden der Kappen gebildet wird, abgegrenzt. Diese Linie tritt erst am unteren Theile des mittleren Drittels der Wand, und zwar in nächster Nähe der Fleischwand gelegen, deutlich hervor, so dass die Kappenschicht scheinbar erst an dieser Stelle beginnt. Branell [4]) lässt seine innere Schicht des Wandhornes,

---

[4]) Branell: Zur Anatomie der Klaue. Gurlt und Hertwig's Magazin 1859. pag. 28.

unter welcher er nur die von den Kappen- und Zwischenkappenzellen gebildete Schicht versteht, in der That an dieser Stelle ihren Anfang nehmen.

An den Kappen lässt sich ein ret. Malp. mit einem strat. granulosum, ein strat. luc. und ein strat. corn. unterscheiden. Am oberen Theile der Wand sind diese Schichten bei der geringen Höhe der Kappen in nur geringer Stärke vorhanden, nach unten nehmen sie an Stärke zu. Am geringsten steigt dabei die Zahl der granulirten Zellen, am meisten, und zwar vom unteren Theile des mittleren Drittels der Wand an, die Zellen des strat. corn. und des strat. luc.; am unteren Theile der Wand bilden letztere etwa in der Mitte der Kappen eine mächtige Schicht und treten durch ihren stark lichtbrechenden Zellleib scharf von den übrigen Kappenzellen hervor. Die zwischen den Kappen gelegenen Hornstreifen zeigen die Form der Hornblättchen und sind als Fortsetzungen letzterer nach aussen aufzufassen. Nach aussen nehmen diese stark abgeplatteten Zwischenkappenzellen mehr polyedrische Formen an und gehen eben so wie die äusseren Kappenzellen ohne eine ausgesprochene, erkennbare Grenze in die von der Krone stammenden Zellen über.

Die Stärke der äusseren Schicht des Wandhorns nimmt von oben nach unten ab. Die Papillen der flach ansteigenden Krone zeigen eine glatte Oberfläche, die Enden derselben sind abgerundet. Am unteren Theile der Krone sind die Papillen durchwegs kleiner und stehen in weiteren Abständen von einander als weiter oben. Dem entsprechend ist an den inneren Partien des von der Krone stammenden Hornes die Zahl der Zwischenröhrchenzellen eine grosse; die Röhrchen selbst sind klein und treten nur undeutlich hervor, indem die Röhrchenwandzellen sich kaum von den Zwischenröhrchenzellen unterscheiden lassen, so dass auf dem Querschnitte oft nur ein Paar in Verfettung übergegangener Zellen das Dasein eines

Röhrchens anzeigen. Nach aussen nehmen die Röhrchen an Grösse zu und kommen enger an einander zu stehen; die Wandzellen derselben treten als gebogene Platten schärfer hervor. Die grössten und am deutlichsten hervortretenden Röhrchen zeigen die äusseren Partien der Hornwand. Die Lumina sämmtlicher Röhrchen sind stark oval.

Die Sohlenpapillen zeigen die Richtung nach unten und vorne; die Enden derselben sind zum vorderen Ende der Klaue gebogen, so dass die Röhrchen, besonders an ihren unteren Theilen, fast parallel zur Sohlenoberfläche zu liegen kommen. Deutlich ausgesprochene Röhrchen kommen nur am vordersten Theile der Sohle und am hinteren Theile des Ballens vor; an den übrigen Partien des Sohlen- und Ballenhornes lassen sich die Röhrchen auf dem Querschnitte nur schwer erkennen; dagegen treten auf dem Längsschnitte die Röhrcheninhalt- und Röhrchenwandzellen ziemlich deutlich von den stark abgeplatteten, sehr schräg zur Längenrichtung der Röhrchen gelagerten Zwischenröhrchenzellen hervor. Die Röhrcheninhaltzellen sind an diesen Theilen der Sohle und des Strahles meist ebenfalls abgeplattet, stark granulirt. Nur in einzelnen Röhrchen sind sie in Verfettung übergegangen. Die Lumina der Röhrchen des Sohlen- und Strahlenhornes erscheinen auf dem Querschnitte rund.

Die Structur der ausgebildeten Schafklaue weicht, wie es sich schon aus der Entwicklung derselben ergibt, im Einzelnen nicht unwesentlich von der Structur der Rinderklaue ab. Die Krone ist beim Schafe am stärksten jederseits an der Grenze zwischen dem Zehentheil und den entsprechenden Seitentheilen ausgeprägt; an diesen Theilen zeigt die Hornwand auch eine grössere Stärke wie am Zehentheil. In dem Wandhorn lassen sich zweierlei Arten von Röhrchen unterscheiden. Die inneren treten auf der Schnitt-

fläche deutlich hervor und zeigen einen relativ grossen Querdurchmesser; die Lumina derselben erscheinen auf dem Querschnitte rund. Diese Röhrchen entsprechen den Papillen der oberen Fleischblättchenenden. Die äusseren Röhrchen verhalten sich wie beim Rinde. Die von den inneren Röhrchen gebildete Hornschicht ist am stärksten an dem lateralen Seiten- und Trachtentheile; an der medialen Seite der Klaue ist sie in bedeutend geringerer Stärke vorhanden. Am Zehentheil fehlt sie ganz, die Wandröhrchen zeigen hier durchweg dasselbe Verhalten wie bei der Rinderklaue.

Die Stärke der Kappen ist geringer wie beim Rinde. Die geringste Höhe zeigen die Kappen an den Seiten- und Trachtentheilen, indem an diesen Theilen die inneren Röhrchen auch am unteren Theile der Wand sehr nahe dem freien Rande der Fleischblättchen gelegen sind. Am Zehentheil zeigen die Kappen eine Neigung zur Medianlinie der Klaue; an den Seiten- und Trachtentheilen sind sie von der Zehe zu den Trachten geneigt. Die meisten Fleischblättchen zeigen auch an ihren oberen und unteren Theilen einen abgerundeten freien Rand. Die den unteren Fleischblättchenenden aufsitzenden Papillen sind grösser wie beim Rinde; die Röhrchen der inneren Schicht der weissen Linie treten in Folge dessen deutlicher hervor. Die äussere Schicht der weissen Linie ist entsprechend der geringeren Stärke der Kappenschicht schmäler wie beim Rinde.

Das Sohlenhorn zeigt dasselbe Verhalten wie beim Rinde.

II. Entwicklung des Hufes.

Das jüngste mir zu Gebote stehende Entwicklungsstadium des Hufes (Länge des Hüfchens von der Zehe bis zu den Ballen 4 mm.) zeigt schon die Form des ausgebildeten Hufes. Die Sohle ist in diesem Stadium ausgehöhlt, die Wand weist ihre grösste Länge wie beim ausgebildeten Hufe in der Zehengegend auf und nimmt zu den Trachten hin an Länge ab. Am hinteren unteren Theile des Hüfchens zeigt die Cutis drei von oben und hinten nach vorne und unten verlaufende Furchen. Die beiden seitlichen Furchen fangen in der Höhe der Krone flach an und setzen sich, an Tiefe zunehmend, mit winkligem Grunde convergirend nach vorne fort, flachen sich, breiter werdend, wieder ab und bilden, schliesslich in einander überfliessend, den mittleren Theil der Sohle. Die mittlere Furche beginnt oberhalb der Krone, ist breit und flach und hört, nach unten und vorne verlaufend, früher auf als die seitlichen. Diese Furchen entsprechen der mittleren und den seitlichen Strahlfurchen; Strahl und Eckstrebe sind also schon in diesem Stadium angelegt. Die Hufcutis hat noch durchweg eine ganz glatte Oberfläche.

Das Hufhorn wird von einer Epithellage gebildet, welche schon zu dieser Zeit durch ihre Stärke und durch die Formation der sie bildenden Zellen nicht unwesentlich von der übrigen Epidermis abweicht. Auf die innerste Schicht senkrecht zur Cutis gelagerter Cylinderzellen folgen polyedrische, nach aussen an Grösse zunehmende Stachelzellen mit grossem Kern. An dem vorderen Theile der Sohle bilden diese

Zellen die mächtigste Lage. Zum hinteren Theile der Sohle nehmen sie an Zahl ab. Auf der Wand zeigt die Stachelzellenschicht am unteren Theile derselben den grössten Querdurchmesser. Nach oben an Stärke erst ab, dann wieder zunehmend, erlangt sie an dem Uebergangstheile der Wand in die Krone wieder eine bedeutendere Dicke, so dass sie an den mittleren Partien der Wand in geringster Stärke auftritt (Fig. 15 r. M.). Die Stachel- und die Cylinderzellen färben sich rasch und intensiv in Carmin; ihnen liegen, die äusserste Schicht des Hüfchens bildend, in Carmin sich nicht färbende Zellen auf; auch diese scheinen, soviel sich an dem schlecht erhaltenen Präparate erkennen lässt, polyedrische Formen zu besitzen. Die äussersten dieser Zellen sind in ihrem Zusammenhange gelockert, in Ablösung begriffen. An der Sohle ist auch diese äusserste Schicht am stärksten am vorderen Ende, auf der Wand dagegen an den mittleren Partien (Fig. 15 stc.). An der noch glatten Krone nimmt sie allmählig an Stärke ab und erreicht ihr Ende am oberen Rande derselben. Die beiden inneren Lagen entsprechen dem rete Malp., die äussern dem strat. corn. An der Krone und an der Sohle gehen die Stachelzellen ohne eine scharfe Grenze in die äussere Lage über; auf der Wand ist eine Grenze einestheils dadurch gegeben, dass die inneren Hornzellen etwas abgeplattet sind (strat. luc.); anderntheils dadurch, dass die äusseren und zugleich grössten Stachelzellen ein stark granulirtes Protoplasma aufweisen und an mit Carmin tingirten Präparaten durch ihre dunklere Färbung sich ziemlich scharf von den übrigen abheben (cf. Fig. 16 vom 6 mm. langen Hüfchen, grz.). An den seitlichen Strahlfurchen ist die Epithellage in bedeutender, an der mittleren in nur geringer Stärke vorhanden (cf. Fig. 17, ssf. und msf.); granulirte Zellen treten hier ebenso wenig wie an der Krone und Sohle auf.

Beim 6 mm. langen Hüfchen hat die Fleischkrone an Höhe zugenommen; dadurch hat die ihr anliegende Epithelmasse die Richtung nach unten und aussen bekommen und es tritt nun auch an der Krone eine ziemlich scharfe Abgrenzung des rete Malp. gegen die Hornschicht in Form parallel der Krone abgeplatteter Zellen auf. Auf der Wand tritt diese Grenze dadurch, dass die Zellen des strat. luc. (Fig. 16 stl.) stärker abgeplattet sind wie beim vorigen Stadium, noch schärfer hervor als früher. Die inneren, der Cutis aufsitzenden Retezellen weisen am oberen Theile der Wand sehr in die Länge gezogene Formen auf; die Kerne dieser Zellen sind mehr nach aussen gerückt. Die Stachelzellen verhalten sich wie im vorigen Stadium. Die granulirten Zellen (Fig. 16, grz.) treten an diesem besser erhaltenen Präparate schärfer hervor als am vorigen; sie zeigen eine bedeutende Grösse und haben bald polyedrische, bald mehr abgeplattete, hin und wieder spindelförmige Formen. Sie bilden eine meist nur einschichtige, hin und wieder durch nicht oder weniger granulirte Zellen unterbrochene Lage. Stacheln treten an ihnen ziemlich scharf hervor. Auch an der Sohle tritt in diesem Stadium eine scharfe Grenze zwischen rete Malp. und strat. corn. in Form stark abgeplatteter, hier eine starke Lage bildender Zellen hervor. Die Strahlfurchen (Fig. 17, ssf. und msf.), hauptsächlich die seitlichen sind tiefer wie im vorigen Stadium.

Am Hüfchen erfolgt die Blättchenbildung später als an den Klauen des Rindes und des Schafes. Am 6 mm. langen Hüfchen sind dieselben noch nicht angelegt; jedoch weisen die Form der Cylinderzellen am oberen Theile der Wand und der Umstand, dass die Kerne dieser Zellen zum äusseren Zellende gerückt sind, auf den baldigen Beginn der Blättchenbildung hin, da ja auch beim Rinde und Schafe die Cylinderzellen kurz vor der Anlage der Blättchen

diese Modification erfahren. Die erste Anlage der Blättchen konnte ich leider aus Mangel an betreffenden Entwickelungsstadien nicht beobachten. Jedenfalls treten die Blättchen zuerst am oberen Theile der Zehenwand in einiger Entfernung von der Krone auf, denn beim 10 mm. langen Hüfchen weisen an diesem Theile der Wand die Hornblättchen schon eine Höhe von c. 0·06 mm. und eine Breite von 0·012—0·016 mm. auf. Die dünneren Hornblättchen werden hier von nur 2 Lagen fast senkrecht zur Wandfläche der Fleischblättchen gestellten Cylinderzellen gebildet; die dickeren zeigen zwischen diesen beiden wandständigen Lagen in geringerer oder grösserer Anzahl noch centrale längliche Epithelzellen, deren Längendurchmesser in einer Richtung mit dem Höhendurchmesser der Blättchen steht. (Fig. 19.) Die Fleischblättchen haben an dieser Stelle die bedeutende Breite von 0·03—0·04 mm. Zu den Trachten hin werden die Blättchen niedriger. Die Blättchen erreichen in diesem Stadium noch nicht den unteren Rand der Wand, sondern hören, in ihrem Verlaufe nach unten immer niedriger werdend, in verschiedener Höhe von der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle ganz auf. Die Höhen- und Breitenabnahme der Blättchen ist sehr ungleich; an den mittleren und noch mehr an den unteren Partien der Wand (Fig. 20) findet man Blättchen von der verschiedensten Form und Grösse nebeneinander. Von der Stelle ihrer grössten Breite werden die Fleischblättchen zur Krone hin schmäler und enden, an Höhe ziemlich rasch abnehmend, am unteren Theile der Krone, die hier schon ein paar Reihen ganz kleiner Papillen besitzt; der übrige Theil der Fleischkrone bietet zu dieser Zeit noch eine glatte Oberfläche dar. Auch an dem Eckstrebentheil der Krone und an den hinteren Partien des Fleischstrahls haben sich Papillen gebildet; die Papillen des Strahles sind etwas grösser als die der

Krone. Die der Fleischkrone aufliegende Epithellage hat sich bedeutend verstärkt und bis zum oberen Rande der Krone hat sich eine Grenze zwischen rete Malp. und strat. corn. gebildet. Die Zellen des strat. corn. sind sowohl an der Krone als auch an der Wand bis nach aussen abgeplattet; die von diesen abgeplatteten Zellen gebildete (der äusseren Schicht des Wandhorns an der Klaue entsprechende) äusserste Epithellage ist ziemlich weit nach unten über den Sohlenrand der Fleischwand gerückt. Am vorderen Theile der Sohle weist die Cutis kleine unregelmässig gestaltete Papillen auf. Die Strahlfurchen (Fig. 18, msf. ssf.) haben an Breite und Tiefe zugenommen; die mittlere, den Hahnenkamm aufnehmende Furche weist an ihren mittleren Partien einen abgerundeten Grund auf; die dieselbe umkleidende Epithellage hat durch die erfolgte Papillenbildung eine bedeutende Dicke erlangt. Die seitlichen Strahlfurchen sind von Epithelzellen fast vollständig ausgefüllt. Zugleich hat sich eine Grenze zwischen den von der Eckstrebe und den Strahlschenkeln kommenden Epithelzellen in Form eines von hinten und unten keilförmig in die Epithelmasse hineinragenden, aus abgeplatteten Zellen bestehenden Hornstreifens gebildet (Fig. 18 stc.).

Mit dem Fortschreiten der Entwicklung setzen sich die Blättchen bis zur Sohle hin fort, wobei die Hornblättchen breiter, die Fleichblättchen schmäler werden. Die Fleischwand geht ebenso wie bei den Klauen bogenförmig in die Fleischsohle über; die unteren Enden der Blättchen zeigen demnach auch am Hüfchen eine nach aussen und unten gekehrte Convexität. Die Fleischblättchen enden ebenso wie beim Rinde und Schafe mit ihren unteren, jedoch nur unbedeutend erweiterten Enden in Form je einer Papille; nur wenige hören schon vor der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle niedrig werdend ganz auf. An das papillenförmige Ende

setzen sich, ebenso wie das bei den Klauen der Fall ist, in der Folge neue Papillen nach aussen an und auch hier kommen die neuangelegten Papillen mit ihrer Basis höher zu stehen als die nächstinneren. Auch am Huf werden die Blättchen nicht von vorn herein in ihrer definitiven Zahl angelegt. Die Vermehrung der Blättchen durch Theilung geschieht in derselben Weise wie bei den Klauen. Papillen treten fast gleichzeitig an der Sohle, am Strahl und an der Krone auf; die Anlage derselben vollzieht sich an allen drei Theilen in relativ kurzer Zeit. An der Krone schreitet die Papillenbildung vom Zehentheil zu den Trachten und von dem unteren Rande nach oben hin fort. Auf den Eckstrebentheil der Krone sich fortsetzend, gehen die Kronenpapillen, am Grunde der seitlichen Strahlfurchen liegend, ohne Grenze nach innen in die Papillen der Strahlschenkel, nach vorne in die Sohlenpapillen über. Die Anlage der Strahlpapillen setzt sich von der Höhe des unteren Kronenrandes aus nach vorne fort und geht ohne Grenze in die der Sohle über; nach hinten setzt sich die Papillenbildung auf die Ballen fort, deren Papillen also in der Richtung von vorne nach hinten angelegt werden. An der Sohle schreitet die Papillenbildung vom vorderen Ende und vom Rande der Sohle nach hinten und innen, zugleich aber auch als Fortsetzung der Papillenbildung am Strahl und Eckstrebentheil der Krone, von hinten nach vorne fort, so dass an den mittleren Theilen der Sohle die Papillen zuletzt auftreten.

Beim 18 mm. langen Hüfchen weisen sowohl Fleischstrahl als auch Fleissohle in ihrer ganzen Ausdehnung Papillen auf. Die Papillen des Strahles sind durchschnittlich grösser als die der Sohle und gehen, an Grösse abnehmend, nach vorne ohne Grenze in letztere über. Die Sohlenpapillen sind am grössten am vorderen Theile der Sohle, am kleinsten an den mitt-

leren Partien derselben. An der Krone ist die Papillenbildung schon fast bis zum oberen Rande derselben erfolgt. Die innersten Papillen sitzen reihenweise angeordnet den oberen Enden der Fleischblättchen auf. Am Zehentheil zeigen die Papillen in einiger Entfernung von der Fleischwand schon eine Länge von 0·1 mm.; sie stehen nicht mehr, wie dies bei der Anlage der Fall ist, mit ihrer Längenaxe senkrecht auf der Cutis, sondern sind mit ihren Enden nach unten zur Sohle hin gerichtet. Nach oben und hinten nehmen sie an Grösse ab; die obersten zeigen noch keine ausgesprochene Papillenform, sondern erscheinen als ganz unregelmässige Erhebungen der Cutis. An dem oberen Rande der Krone hat die Cutis eine Einstülpung in Form einer fast bis zum Eckstrebentheil verlaufenden flachen und breiten Rinne erlitten. Die Epidermis zeigt an dieser Stelle eine grössere Stärke als am oberen Theile der Krone und bildet die beim Pferde flache und breite Saumbandleiste. Nach hinten und unten geht diese Saumbandleiste in die in diesem Stadium nur wenig ausgesprochenen Ballen über. Die Blättchen, deren obere Enden ebenso wie an der Rinderklaue von der Zehe zu den Trachten gebogen sind, beginnen niedrig, mit breiter Basis, am unteren Theile der Krone und erlangen nach kurzem Verlaufe ihre grösste Höhe von 0·12 mm. Von hier ab zur Sohle allmälig niedriger werdend, weisen sie kurz vor der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle eine Höhe von 0·05 mm. auf. Die Hornblättchen sind am obern Theile der Wand fast alle von derselben Stärke (c. 0·02 mm.); während nun einzelne bis zur Sohle hin dieselbe Dicke beibehalten, erlangt die Mehrzahl an ihrem unteren Ende das zweifache dieser Dicke. Die Fleischblättchen sind an ihren unteren Theilen schmäler als an den oberen (cf. Fgg. 23, 24 und 25 v. 20 mm. langen Hüfchen). An dem mittleren und unteren Theile der Wand sind

die freien Ränder der Hornblättchen erweitert, sie erscheinen auf dem Querschnitte kolbenförmig. An dieser erweiterten Stelle treten später die ersten secundären Blättchen auf. Am oberen Theile der Wand sind die Hornblättchen in ihrer ganzen Höhe fast von gleicher Stärke; an den mittleren Theilen der Wand sind die centralen Zellen der Hornblättchen länglich abgeplattet, mit ihrem Längendurchmesser senkrecht zur Hornwand gerichtet. Am unteren dickeren Theile der Blättchen sind diese Zellen mehr polyedrisch und bedeutend grösser wie weiter oben (cf. Fgg. 23 und 25). Zur Basis der Hornblättchen nehmen sie auch am oberen Theile der Wand mehr polyedrische Formen an und gehen nach aussen continuirlich in die Stachelzellenschicht über. Am mittleren und unteren Drittel der Wand grenzen sie in einiger Entfernung von der Basis der Hornblättchen an die von den granulirten Zellen gebildete Schicht. Die Zellen des strat. corn. sind parallel zur Wand abgeplattet, besonders stark in ihren äusseren Lagen; sie scheinen eine Art von unvollständiger Verhornung eingegangen zu sein, die Contouren treten nur undeutlich hervor. Die äussersten Zellen bilden ein ganz dünnes Häutchen und sind in Ablösung von dem Hüfchen begriffen. Der Uebergang der granulirten Zellen in die Zellen des strat. corn. wird durch polyedrische oder auch abgeplattete Zellen mit glänzendem glasigen Protoplasma und sehr undeutlichem Kern vermittelt. Die Contouren treten an diesen Zellen schärfer hervor, als an den mehr nach aussen von ihnen gelegenen. Die Zahl dieser dem strat. granulos. unmittelbar aufliegenden Zellen nimmt von der Krone zur Sohle hin zu. (cf. Fgg. 23, 24 und 25, stl.) Die von ihnen gebildete Lage entspricht dem strat. lucid. und werde ich sie in der Folge auch so benennen. Strat. corn. und strat. lucid. setzen sich von der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle in ab-

nehmender Stärke fast bis zur Spitze des Hüfchens über das Sohlenhorn fort.

An der Sohle und am Strahl hat die Epithellage durch die Papillenbildung eine mächtige Stärke erlangt; die Strahlfurchen sind fast vollständig von Epithelzellen angefüllt und von aussen kaum zu erkennen. Das Hüfchen weist in diesem Stadium die Form eines Kegels auf, dessen Basis die oberen Partien der Krone und des Strahles, dessen Spitze die starke Epithellage am vorderen Ende der Sohle bildet. Diese Form behält der Huf bis zur Geburt bei. An dem vorderen Theile der Sohle und an den hinteren Theilen des Strahles lassen sich beim 18 mm. langen Hüfchen Röhrchen in ihrer ersten Anlage erkennen; das Wandhorn zeigt in diesem Stadium noch keine Röhrchen.

Die Anlage der secundären Blättchen tritt beim ca. 20 mm. langen Hüfchen an dem mittleren Drittel der Zehenwand in der Weise ein, dass zunächst eine unregelmässig wellenförmige Abgrenzung der Fleisch- und Hornblättchen gegeneinander erfolgt; die die Wandungen der Hornblättchen bildenden Cylinderzellen erlangen dabei mehr gestreckte Formen, die Kerne derselben rücken etwas von dem der Cutis aufsitzenden Ende der Zellen ab. Die unregelmässigen, in der Längenrichtung der Blättchen verlaufenden Erhabenheiten an der Wandfläche der Fleischblättchen wuchern in Form schmaler Leistchen in die Hornblättchen hinein und nehmen ca. 2mal so dicke Epithelleistchen zwischen sich auf (Fig. 24). Diese Leistchen treten zuerst an den freien Rändern der Hornblättchen auf und erst allmälig schreitet die Anlage derselben zur Basis der Hornblättchen fort; sich nach oben und unten fortsetzend, hören diese Leistchen in verschiedener Entfernung von der Krone und der (Fleisch-) Sohle ganz niedrig werdend auf oder fliessen in einander über, so dass auf Querschnitten

durch diese Theile eine ganz unregelmässig zackige oder wellige Abgrenzung der Fleisch- und Hornblättchen gegen einander zu Tage tritt (Fig. 25). Auf die obersten und untersten Theile der Blättchen erstreckt sich zunächst die Bildung dieser Leistchen nicht.

Indem die Kronenpapillen, immer mehr an Grösse zunehmend, auch am mittleren und oberen Drittel der Krone sich mit ihren Enden nach unten richten, bekommt die ganze von der Krone kommende Epithelmasse ausschliesslich die Richtung nach unten. Die parallel zur Wand abgeplatteten Zellen des strat. corn. werden immer mehr nach aussen und unten geschoben und durch mehr polyedrische ersetzt. Zugleich beginnt beim ca. 22 mm. langen Hüfchen, zunächst am Zehentheil, die Röhrchenbildung. Sie geht aus von den die grösste Länge aufweisenden Papillen am oberen Theile des unteren Drittels der Krone; die ersten Röhrchen treten demnach in einiger Entfernung von der Basis der Hornblättchen auf. Von dort aus schreitet die Anlage der Röhrchen nach innen und aussen und von der Zehe jederseits zu den Trachten fort. Da dieselbe aber erst eintritt, nachdem die Papillen eine gewisse Länge erreicht haben und da bei der grossen Unregelmässigkeit in der Anlage und Entwicklung der Papillen sich vielfach zwischen diesen längeren Papillen bedeutend kleinere später angelegte vorfinden, so treten in der Folge auch zwischen den schon vorhandenen Röhrchen neue auf, so dass die Abstände zwischen den einzelnen Röhrchen mit fortschreitender Entwicklung des Hüfchens sich relativ verkleinern. Die Länge, welche eine Papille besitzen muss, um eine Röhrenbildung nach sich zu ziehen, ist nicht gleich in verschiedenen Entwicklungsstadien. Beim ersten Auftreten der Röhrchen besitzen die ihnen entsprechenden Papillen eine Länge von ca. 0·45 mm. Beim 27 mm. langen Hüfchen sieht man

schon 0·35 mm. lange Papillen Röhrchenbildung bedingen.

Der Modus der Röhrchenbildung ist derselbe wie an dem Sohlenhorn der Schaf- und Rinderklauen; es werden demnach auch am Hufe, und zwar sowohl im Sohlen- wie im Wandhorn, die Röhrchen im ersten Stadium von abgeplatteten, in der Nähe der Papillenenden mit ihren unteren Enden gegeneinander gekehrten, weiterhin flach aneinandergelagerten Zellen, im zweiten Stadium von centralen polyedrischen und wandständigen abgeplatteten Epithelzellen gebildet. Im Hufhorn sind die Röhrchen schon bei ihrer ersten Anlage viel stärker wie im Sohlenhorn der Klauen und treten in Folge dessen sowohl auf dem Längs- als auf dem Querschnitte viel deutlicher hervor.

Fig. 26 zeigt einen Längsschnitt, Fig. 27 einen Querschnitt durch je ein Wandröhrchen im ersten Entwicklungsstadium. Wie aus diesen Zeichnungen zu ersehen, existirt in diesem Stadium kein Unterschied zwischen Röhrchenwand- und Röhrcheninhaltzellen. Im zweiten Stadium (Fig. 28 und 29) sind die wandständigen Zellen der Wandröhrchen viel stärker abgeplattet, als bei den Sohlenröhrchen der Schaf- und Rinderklauen. Auch die Wandzellen der Röhrchen im Sohlenhorn des Hufes sind im zweiten (Fig. 30) und auch im dritten Stadium weniger abgeplattet als an den Röhrchen der Wand.

Beim 24 mm. langen Hüfchen sind einzelne Röhrchen am Zehentheil schon bis zur unteren Hälfte der Wand nach unten gerückt. Zwischen diesen in der Entwicklung schon vorgeschrittenen, dem zweiten Stadium entsprechenden Röhrchen befinden sich eben erst in der Anlage begriffene. Die innersten Röhrchen sind an den oberen Theilen des Hüfchens ca. 0·45 mm. von der Basis der Hornblättchen entfernt. Am oberen Drittel der Krone haben die Papillen noch keine Röhrchen gebildet. Das strat. corn.

besteht an der unteren Hälfte der Wand in seiner ganzen Dicke aus parallel zur Wand abgeplatteten Zellen, welche dasselbe Verhalten zeigen wie im vorigen Stadium. An der oberen Hälfte der Wand sind die äusseren Zellen des strat. corn. ebenfalls parallel zur Wand abgeplattet. In den mittleren und inneren Partien desselben weisen sie, mit Ausnahme der die Hornröhrchen bildenden Zellen, polyedrische Formen auf. Stacheln lassen sich an den Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen nicht erkennen; die Stelle derselben nimmt ein um den Zellleib verlaufender, den benachbarten Zellen scheinbar gemeinschaftlich angehörender, durch sein grösseres Lichtbrechungsvermögen hervortretender Saum ein. An dem Trachten- und Eckstrebentheil der Wand finden sich noch keine secundären Blättchen.

Auch im Hufe erscheinen über den freien Rändern der Fleischblättchen Kappen, sie treten jedoch hier anfangs weniger durch die Anordnung ihrer Zellen als dadurch hervor, dass (schon bei 20 mm. langen Hüfchen, s. Fig. 23, 24) die aus den Hornblättchen nach aussen rückenden Zellen in geringerer Höhe von der Basis der Hornblättchen in granulirte Zellen übergehen, als die den freien Rändern der Fleischblättchen aufliegenden. Es bildet demnach in der ersten Zeit das wellenförmig gegen das strat. lucid. abgegrenzte strat. granulos. die äussere Grenze der Kappen. In späteren Stadien treten die Kappen gerade durch die Anordnung ihrer Zellen hervor, indem die Zwischenkappenzellen nicht wie bei Rinder- und Schafklauen stark abgeplattet erscheinen, sondern dieselbe (polyedrische) Form zeigen, wie die Kappenzellen (Fig. 35). Auch im Hufe nehmen die Kappen, besonders am unteren Theile der Wand, in der Folge immer mehr an Höhe zu, erreichen jedoch niemals eine so bedeutende Höhe wie bei den Klauen.

Bevor noch die Papillenbildung den oberen Rand der Krone erreicht hat, treten auch auf der hinteren (oberen) Wandfläche der Saumbandrinne Papillen auf. Die die Saumbandrinne ausfüllende Epithelmasse nimmt an Stärke zu, und indem sich die Saumbandpapillen mit ihren Enden nach unten richten, wird diese Epithelmasse über den oberen Rand der Krone nach unten geschoben; dadurch entsteht hier eine ziemlich scharfe Grenze zwischen der von letzterer mehr in der Richtung nach aussen und von der Saumbandrinne in der Richtung nach unten fortrückenden Epithelmasse in Form abgeflachter langgestreckter Zellen.

An der Sohle schreitet die Röhrchenbildung entsprechend der Anlage der Papillen von dem vorderen und hinteren Theile und von dem Rande derselben zur Mitte und am Strahl von den hinteren Partien nach vorne fort. Beim 27 mm. langen Hüfchen sind am ganzen Strahl und an der ganzen Sohle Röhrchen gebildet. Die Zwischenröhrchenzellen sind polyedrisch; an ihnen und an den Röhrcheninhaltzellen lässt sich ebenso wie an den Wandzellen ein Saum erkennen. Das Wandhorn zeigt in diesem Stadium am Zehentheil fast in seiner ganzen Dicke Hornröhrchen vom ersten und zweiten Entwicklungsstadium; die am meisten in der Entwicklung vorgeschrittenen reichen bis zur Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle. Die äusserste, von abgeflachten Zellen gebildete Lage der Hornwand ist auf eine dünne Schicht reducirt. Zu den Trachten hin nimmt diese Schicht an Stärke zu, die die Hornröhrchen aufweisende Epithelmasse dagegen ab. Die Fleischkrone besitzt in ihrer ganzen Ausdehnung Papillen; die oberen sind noch ganz klein und haben noch keine Röhrchen gebildet. Die den am meisten entwickelten Röhrchen entsprechenden Papillen besitzen eine Länge von 0·8 mm. Die 2—3 untersten Papillenreihen haben

ebenfalls noch keine Röhrchen gebildet. Das strat. lucid. hat am unteren Theile der Wand eine ganz bedeutende Stärke erlangt. An der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle den grössten Querdurchmesser aufweisend, setzt es sich von da an in abnehmender Stärke bis zum vorderen Ende des Hüfchens auf das Sohlenhorn fort, eine Verbindungsschicht zwischen letzterem und dem von der Krone stammenden Wandhorn bildend (Fig. 22, stl.). Auf der Wand zeigen die äusseren Zellen des strat. lucid. ebenso wie die ihnen unmittelbar aufliegenden, von der Krone nach unten rückenden Zellen des strat. corn. eine schräge Richtung zur Wand (Fig. 21).

Die Bildung der sec. Blättchen ist auch auf dem Trachten- und Eckstrebentheil der Wand erfolgt.

Die Verhornung beginnt beim ca. 32 mm. langen Hüfchen und zwar am oberen Theile der Zehenwand. Wie bei den Klauen treten in den in Verhornung begriffenen Partien die granulirten Zellen zahlreich auf. Die Granula schwinden hierauf, der die Zellen umgebende Saum wird hell und glänzend und verwischt schliesslich, an Breite zunehmend, die Contouren der Zellen. Die Verhornung erscheint fast gleichzeitig an und über der Basis der Hornblättchen und zwischen den Enden der am meisten in der Entwickelung vorgeschrittenen Papillen. An letzterer Stelle verhornen zuerst die äusseren von den der Papillenoberfläche aufliegenden abgeflachten Zellen, so dass nun die diesen Papillen entsprechenden Röhrchen auf dem Querschnitte von einem glänzenden Ringe, welcher von den verhornten äusseren Röhrchenwandzellen gebildet wird, umgeben erscheinen. In der Folge geht der Verhornungsprocess auch auf die Interpapillar- und Zwischenröhrchenzellen, sowie auf die inneren Röhrchenwandzellen über, auf letztere zunächst blos in der Richtung des Dickendurchmessers des Wandhorns, so dass die Röhrchen (beim 50 mm. langen

Hüfchen) trotz des runden Papillenendes auf dem Querschnitte oval erscheinen (Fig. 32). Dieser Umstand erklärt sich dadurch, dass die Papillen in der Richtung des Dickendurchmessers des Wandhorns näher zu einander gelagert sind, als in der Richtung von der Zehe zu den Trachten, der Druck der Epithelzellen gegeneinander in letzterer Richtung also ein geringerer ist als in ersterer. In dem Masse, als in der Folge dieser Unterschied durch Anlage neuer Papillen und Röhrchen ausgeglichen wird, verhornen auch die seitlichen, der Papillenoberfläche anliegenden Epithelzellen und die Röhrchen bieten auf dem Querschnitte wieder ein mehr rundes Lumen dar.

An den Hornblättchen beginnt die Verhornung ebenfalls am oberen Theile der Wand, etwas unterhalb der Stelle ihrer grössten Höhe und setzt sich von da aus nach oben und unten fort; zuerst verhornen die an der Basis der Hornblättchen gelegenen Epithelzellen; von da aus greift die Verhornung immer tiefer in die Hornblättchen hinein.

Von den Enden der am meisten in der Entwicklung vorgeschrittenen Papillen aus setzt sich die Verhornung nach innen und nach aussen fort, so dass die von den Papillen nach unten rückende Hornmasse immer mehr an Dicke zunimmt. Beim 50 mm. langen Hüfchen ist sie am Zehentheil schon bis zur unteren Hälfte der Wand nach unten gerückt. Die grösste Stärke zeigt sie in diesem Stadium am oberen Theile der Zehenwand und nimmt zur Sohle und zu den Trachten hin allmälig an Stärke ab. Der ganze untere Theil der Hornwand und die äusseren Partien des mittleren und oberen Theiles derselben bestehen in diesem Stadium noch aus Hornröhrchen und Zwischensubstanz, deren Zellen noch nicht verhornt sind und dasselbe Verhalten zeigen wie beim 27 mm. langen Hüfchen. Die äusserste Schicht bilden parallel zur Wand abgeflachte, ebenfalls nicht verhornte Zellen.

Die Kronenpapillen haben (beim 50 mm. langen Hüfchen) an den unteren und mittleren Partien der Krone eine Länge von ca. 1·7 mm.; die Stärke derselben ist wechselnd. Mit ihren cylinderförmig auslaufenden, abgerundeten Enden ragen sie ca. 0·6 mm. weit in die verhornte Masse hinein. Auch in diesem Stadium befinden sich zwischen diesen grossen Papillen einzelne bedeutend kleinere, welche noch keine Röhrchen bilden. Die Abstände der Papillen sind sehr ungleich. In der Richtung vom unteren Kronenrande zum oberen sind sie enger an einander gestellt, als in der Richtung von der Zehe zu den Trachten. Zum oberen Rande der Krone nehmen die Papillen an Grösse ab; die obersten Papillen haben noch keine Röhrchen gebildet. An den verhornten Partien der Wand werden die Wandungen der Röhrchen (Fig. 31 und 32) von stark abgeflachten, gebogenen Zellen gebildet. Die Zwischenröhrchenzellen sind ebenfalls und zwar parallel zur Kronenoberfläche abgeplattet, erscheinen also in den inneren und mittleren Partien der Wand schräg, in den äusseren fast parallel zur Längenaxe der Röhrchen gerichtet Den Inhalt der Röhrchen bilden am oberen Theile der Wand nicht verhornte Epithelzellen mit deutlichem Kern; am obersten Theile der Röhrchen liegen diese Zellen den abgerundeten Papillenenden flach auf und zeigen eine nur geringe Grösse; von den Papillenenden sich entfernend nehmen sie an Grösse zu und erlangen mehr polyedrische Formen, noch weiter nach unten gehen sie die Fettmetamorphose ein (Fig. 31). Die verschiedenen Röhrchen zeigen entsprechend der wechselnden Stärke der Papillen eine sehr ungleiche Stärke. Die äussersten Röhrchen sind enger als die mittleren und inneren. Die grösste Stärke zeigen die zuerst angelegten Röhrchen, also die in einiger Entfernung von der Fleischwand sich befindlichen. Die innersten, den oberen Enden der Fleischblättchen aufsitzenden

Papillen haben theilweise ebenfalls Röhrchen gebildet; diese haben einen geringeren Durchmesser als den mehr nach aussen gelegenen und verlaufen über die von der Basis zweier Hornblättchen gebildeten Bögen. An den oberen Partien der Wand stehen sie meist sehr nahe zum freien Rande der Fleischblättchen. Auf Querschnitten durch diesen Theil der Wand sieht man Zellenzüge aus den Hornblättchen zwischen diese innersten Röhrchen treten und dieselben theilweise umfassen; die zwischen diesen Röhrchen gelegenen Zellen zeigen in Folge dessen nicht die regelmässige Anordnung wie an den mehr nach aussen gelegenen Röhrchen, sondern erscheinen mehr durcheinander gemischt (Fig. 34, cf. Fig. 31). Die Verhornung ist an diesen inneren Röhrchen nicht so vollständig erfolgt wie an den mehr nach aussen gelegenen; man findet zwischen ihnen noch vielfach granulirte Zellen und Zellen des strat. lucid.

Die Blättchen sind auch in diesem Stadium am obersten Theile der Wand niedrig, mit breiter Basis; nach kurzem Verlaufe (ca. 1 mm. weit vom unteren Rande der Krone) erlangen sie ihre grösste Höhe und werden von hier ab zur Sohle hin wieder niedriger. Die Hornblättchen nehmen dabei an Dicke zu, die Fleischblättchen ab. Die secundären Blättchen haben die grösste Höhe an den freien Rändern und den Seitenflächen der primären Hornblättchen. Zur Basis derselben werden sie immer niedriger. Die oberen und unteren Enden der Primärblättchen zeigen noch keine secundären Blättchen. Das untere Ende der Fleischblättchen trägt (am Zehentheil) 5—6 Papillen; die meisten dieser Papillen haben schon (nicht verhornte) Röhrchen gebildet. An den mittleren und oberen Partien der Zehenwand greift die Verhornung in die Hornblättchen hinein, am tiefsten am unteren Theile des oberen Drittels der Wand, etwas unterhalb der Stelle, wo die Blättchen ihre grösste Höhe auf-

weisen. Die centralen Zellen der Hornblättchen sind an diesen Theilen stark abgeplattet, mit ihrem Längendurchmesser senkrecht zur Hornwand gestellt; an den unteren Theilen der Hornblättchen sind die centralen Zellen polyedrisch, zur Medianlinie der Blättchen an Grösse zunehmend. Von den unteren Hornblättchenenden aus setzen sich diese Zellen nach unten fort, zwischen die Papillenreihen der unteren Fleischblättchenenden und die von diesen Papillen gebildeten Röhrchenreihen, so dass zwischen diesen Papillen- und Röhrchenreihen von oben nach unten verlaufende, von polyedrischen Zellen gebildete Epithelstreifen entstehen; letztere erreichen jedoch noch nicht die Oberfläche der Hornsohle des Hüfchens, wie auch die zwischen ihnen gelegenen Röhrchen in diesem Stadium noch nicht bis nach unten reichen. Ueberall da, wo die Verhornung in die Hornblättchen hineingreift, finden sich zwischen dem centralen verhornten Theil und dem wandständigen Epithel granulirte Zellen und Zellen des strat. lucid. In grosser Anzahl sind beide Arten von Zellen in den Kappen vorhanden. Die Kappen zeigen ebenso wie bei den Rinderklauen eine Neigung von der Zehe zu den Trachten. Die von ihnen und den zwischen ihnen gelegenen, den Hornblättchen entstammenden Zellen gebildete Schicht zeigt ihre grösste Stärke etwas oberhalb der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle; von da aus setzt sie sich in abnehmender Stärke fast bis zum vorderen Ende des Hüfchens fort. Dadurch, dass die Kappen nach unten an Höhe zunehmen, kommen die inneren Röhrchen zum unteren Theile der Wand weiter von der Fleischwand ab zu stehen (cf. Fig. 34 und 35).

Das ganze Sohlen- und Strahlhorn besteht aus bis nach unten verlaufenden Röhrchen und deren Zwischensubstanz; eine Verhornung derselben hat noch nicht begonnen. Den Inhalt der Röhrchen bil-

den an den oberen Partien derselben polyedrische, an den unteren Theilen mehr abgeplattete Epithelzellen. Auch an der Sohle und am Strahl finden sich zwischen in der Entwicklung schon weit vorgeschrittenen Papillen vielfach ganz kleine, vor Kurzem erst angelegte, welchen noch keine Röhrchen entsprechen Die das Saumband bildende Epithelmasse besteht in ihrer inneren Lage aus nicht verhornten Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen, in ihrer äusseren Lage aus parallel zur Krone abgeplatteten Zellen. Die von letzteren gebildete Schicht geht, nach unten an Stärke abnehmend, ohne Grenze in die ebenfalls von nicht verhornten abgeplatteten Zellen gebildete äusserste Lage des Wandhorns über. Auch beim Hufe erstreckt sich das Saumband, soweit es von Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen gebildet wird, niemals über die ganze Hufwand.

Die Hornmasse der Wand nimmt dadurch, dass der Verhornungsprocess, stets zuerst zwischen den Papillenenden auftretend, nach und nach immer weiter nach aussen vorrückt, so dass auch von den mehr nach oben gelegenen Kronenpapillen Röhrchenwand- und Zwischenröhrchenzellen im verhornten Zustande nach unten rücken, immer mehr an Dicke zu. Beim 70 mm. langen Hüfchen ist die von nicht verhornten Röhrchen gebildete weiche Epithelmasse am mittleren und oberen Drittel der Wand und an der Krone vollständig geschwunden, am unteren Drittel ist sie noch in geringer Stärke vorhanden. Bis zur Geburt schwindet sie auf der Wand vollständig. Die von Röhrchen gebildete äussere Wandschicht zeigt auch noch nach der Geburt am oberen Theile der Wand eine bedeutend grössere Stärke als am unteren. Erst nach und nach, nachdem auch die oberen Kronenpapillen Röhrchen gebildet haben und letztere bis zum Tragrande nach unten gerückt sind, erlangt diese Schicht in ihrem ganzen Verlaufe ihre definitive Stärke. Beim 9 Monate

alten Füllen ist sie am Tragrande nur etwa halb so dick wie am oberen Theile der Wand. Die von den Kappen- und Zwischenkappenzellen gebildete Schicht zeigt beim 9 Monate alten Füllen am oberen Theile der Wand eine nur ganz geringe Stärke, indem an diesem Theile die innersten Röhrchen sehr nahe den freien Rändern der Fleischblättchen gelegen sind; nach unten nimmt sie allmälig an Stärke zu, erlangt am Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle circa den achten Theil der ganzen Wandstärke und setzt sich, von da an Stärke wieder etwas abnehmend, bis zum Tragrande fort, hier ebenso wie bei den Klauen die äussere Schicht der weissen Linie bildend. Auf dem geebneten Tragrande tritt sie schon makroskopisch als ein schmaler weisser, zwischen der breiteren mehr gelblich gehaltenen inneren Schicht der weissen Linie und dem hellen inneren Theile des von der Krone stammenden Wandhorns gelegener Streifen hervor. Die Kappen sind durchweg heller gehalten wie die Zwischenschicht, doch lässt sich keine scharfe Grenze zwischen beiden ziehen, indem die wandständigen Zellen der Zwischenschicht sich theilweise zwischen die Kappenzellen drängen. Am mittleren und oberen Theile der Wand sind die Kappen, mit Ausnahme der inneren, den Fleischblättchen aufliegenden Retezellen, vollständig verhornt; am unteren Theile der Wand sind die centralen Zellen der Kappen nur unvollständig verhornt und färben sich, während die äusseren Partien und die Hornblättchenzellen ungefärbt bleiben, recht intensiv in Carmin. Nach aussen gehen sowohl Kappen- als Zwischenkappenzellen ebenso wie bei den Klauen ohne Grenze in die äussere Schicht des Wandhorns über. Die innere Schicht der weissen Linie besteht ebenso wie bei den Klauen aus reihenweise angeordneten, den Papillen der unteren Fleischblättchenenden entsprechenden Röhrchen und zwischen ihnen ge-

legenen, von den unteren Hornblättchenenden bis zum Tragrande sich fortsetzenden Hornstreifen.

Während der extrauterinen Entwickelung des Hufes nehmen die Kappen an Höhe ab; die äussere Schicht der weissen Linie zeigt in Folge dessen beim ausgebildeten Huf nur eine ganz geringe Stärke; dagegen nimmt die innere Schicht der weissen Linie während der extrauterinen Entwickelung des Hufes an Stärke zu, indem mit der Grössenzunahme der Blättchen die den unteren Enden der Fleischblättchen aufsitzenden Papillen, sowie die diesen Papillen entsprechenden Röhrchen an Grösse und an Zahl zunehmen.

In den Blättchen schreitet der Verhornungsprocess nur langsam fort. Beim 70 mm. langen Hüfchen sind am unteren Theile der Wand die centralen Zellen der Hornblättchen nur an der Basis letzterer verhornt, beim 9 Monate alten Füllen ragt die Hornmasse an diesem Theile der Wand etwa bis zur Hälfte in die Hornblättchen hinein. Nach der Geburt erfahren die primären Blättchen an ihren unteren Theilen nach und nach eine bedeutende Höhenzunahme, so dass sie beim ausgebildeten Huf, umgekehrt wie das während der Embryonalzeit der Fall, am unteren Theile der Wand eine grössere Höhe aufweisen wie am oberen (cf. Fgg. 37 u. 38). Auch der centrale verhornte Theil der Hornblättchen nimmt beim ausgebildeten Huf von oben nach unten an Höhe zu.

Die secundären Blättchen zeigen ein verschiedenes Verhalten, je nachdem sie an der Basis, an den Seitentheilen oder an den freien Rändern der primären Hornblättchen gelegen sind. Die zuletzt angelegten an der Basis der primären Hornblättchen gelegenen secundären Blättchen setzen sich in der Folge bis zum obersten Theile der primären Blättchen fort und erlangen nach und nach ihre grösste Höhe

am oberen Theile der Wand; zur Sohle hin nehmen sie allmälig an Höhe ab. In einiger Höhe von dem Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle finden sich auch beim völlig ausgebildeten Huf an den von je zwei Hornblättchen gebildeten Bögen in der Regel keine secundären Blättchen. Umgekehrt verhält es sich mit den an den Seitentheilen und den freien Rändern der primären Hornblättchen gelegenen secundären Blättchen, indem diese im Laufe der extrauterinen Entwickelung des Hufes ebenso wie die primären Blättchen gerade am unteren Theile der Wand ihre grösste Höhe erlangen und zwar nehmen beim ausgebildeten Hufe in ihrem Verlaufe von oben nach unten am meisten die an den freien Rändern, am wenigsten die in der Nähe der Basis der primären Hornblättchen gelegenen secundären Blättchen an Höhe zu. Am oberen Theile der Wand hören diese secundären Blättchen in verschiedener Höhe von den oberen Blättchenenden ganz niedrig werdend auf; am wenigsten weit nach oben reichen die auf den freien Rändern der primären Hornblättchen verlaufenden secundären Blättchen. Ein Querschnitt durch den oberen Theil der Wand eines ausgebildeten Hufes (Fig. 37) zeigt demnach an der Basis der primären Hornblättchen die grössten secundären Blättchen; zur Basis der primären Fleischblättchen nehmen sie an Höhe ab und hören schliesslich ganz auf, so dass sich auf den freien Rändern der primären Hornblättchen keine secundären Blättchen vorfinden. Umgekehrt findet man auf Querschnitten durch den unteren Theil eines Hornblättchens die grössten secundären Blättchen am freien Rande desselben, während die Basis keine oder nur wenig entwickelte secundäre Blättchen zeigt (Fig. 38).

Beim ausgebildeten Hufe nehmen in ihrem Verlaufe von oben nach unten die secundären Hornblättchen an Stärke zu, die sec. Fleischblättchen in dem-

selben Grade an Stärke ab. Der centrale verhornte Theil der primären Hornblättchen ist bei den meisten Blättchen [1]) am unteren Drittel der Fleischwand von derselben Stärke wie am mittleren und dem grössten Theil des oberen Drittels. Dasselbe Verhalten zeigt das wandständige der Basis der secundären Hornblättchen aufliegende Epithel. Strat. granulos. und strat. lucid. zeigen in den Blättchen des ausgebildeten Hufes dasselbe Verhalten wie bei der ausgebildeten Klaue. Am oberen Theile der Wand, oberhalb der Stelle, an der die Blättchen ihre grösste Höhe zeigen, nimmt nach oben die Zahl der nicht verhornten Zellen der Hornblättchen rasch zu, die der verhornten ab. Die obersten Enden der Hornblättchen werden von nichtverhornten Epithelzellen gebildet. Diese oberen zur Krone ansteigenden Blättchenenden zeigen ebenso wie bei den Rinderklauen, mit Ausnahme einiger in der Medianzone des Zehentheiles gelegener, welche in gerader Richtung zur Krone ansteigen, eine Neigung von der Zehe zu den Trachten [2]). Den oberen Enden der Fleischblättchen sitzen reihenweise hinter und über einander geordnet 3—6, zuweilen noch mehr Papillen auf. Die primären Fleischblättchen nehmen von oben nach unten an Dicke ganz bedeutend ab und da diese Dickenabnahme hauptsächlich [3]) durch die Höhenzunahme der secundären Fleischblättchen be-

---

[1]) Ausnahmsweise sind an einzelnen Blättchen diese centralen Theile am unteren Theile der Wand von geringerer Dicke wie am oberen (cf. Fg. 37 und 38). Häufiger kommt der umgekehrte Fall vor.

[2]) Dieses Verhalten der oberen Blättchenenden, auf welches zuerst Brauell (l. c.) aufmerksam gemacht, tritt schon macroscopisch an der Innenfläche des ausgeschuhten Hornhufes zum Vorschein.

[3]) jedoch nicht ausschliesslich, indem primäre und secundäre Fleischblättchen zusammengenommen am unteren Theile der Wand eine geringere Stärke zeigen wie am oberen.

dingt wird, so zeigen die primären Fleischblättchen am unteren Theile der Wand an ihren freien Rändern eine grössere Stärke als zur Basis hin. Dementsprechend haben die inneren Papillen der unteren Fleischblättchenenden eine geringere Stärke als die mehr nach aussen gelegenen.

Die auf den Seitenflächen der primären Fleischblättchen verlaufenden secundären Fleischblättchen hören am untersten Theile der Fleischwand zum Theil ganz niedrig werdend auf, zum Theil enden sie in Form je einer kleinen Papille und zwar die in der Nähe der Hornblättchenbasis verlaufenden in einer grösseren Höhe von dem Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle als die mehr zum freien Rande der Hornblättchen gelegenen. Die secundären Hornblättchen fliessen dabei, diese Papillen umfassend, an ihren freien Rändern in einander über. (Fig. 33, links, a und sfb.) Die primären Hornblättchen zeigen mithin in nächster Nähe des Uebergangstheiles der Fleischwand in die Fleischsohle auch an ihren Seitenflächen keine secundären Blättchen mehr; das wandständige Epithel derselben zeigt an dieser Stelle eine bedeutende Stärke und in dasselbe ragen reihenweise angeordnet die den unteren Enden der secundären Fleischblättchen aufsitzenden Papillen hinein. (Fig. 33, rechts, a). Nicht alle diese Papillen bilden Röhrchen; letztere treten, da das Lumen derselben entsprechend der geringen Stärke der Papillen ein sehr kleines ist, auf dem Querschnitte nur undeutlich hervor. Nicht selten findet man auch auf den oberen Enden der an der Basis der primären Hornblättchen gelegenen secundären Fleischblättchen Papillen; diese zeigen eine grössere Stärke als am unteren Theile der Wand; die ihnen entsprechenden Röhrchen treten deutlich hervor und verlaufen, die innersten Wandröhrchen bildend, nach unten bis zum Tragrande. An manchen Hufen sind diese Röhrchen in bedeutender Anzahl

vorhanden und dachförmig über den freien Rändern fast aller Fleischblättchen angeordnet.

Die Zahl der den freien Rändern der Fleischblättchen aufliegenden kappenartig angeordneten Zellen ist beim ausgebildeten Hufe auch am unteren Theile der Wand eine nur geringe. Nur da, wo die innersten Röhrchen in grösserer Höhe von dem freien Rande der Fleischblättchen verlaufen, zeigen die Kappen eine grössere Höhe; sie sind (mit Ausnahme einiger in der Medianzone der Zehenwand befindlichen) durchweg von der Zehe zu den Trachten geneigt. Als Grund dieses letzteren Verhaltens der Kappen ist der Umstand anzusehen, dass die oberen Theile der Blättchen, indem sie zur Krone ansteigen, eine Biegung vom Zehen- zum Trachtentheil der Krone machen. Dadurch kommen die Papillen der oberen Fleischblättchenenden lateralwärts von den mehr nach unten gelegenen Partien der Fleischblättchen zu liegen und zwar die äusseren (resp. oberen) mehr lateralwärts als die inneren (resp. unteren); dasselbe Verhalten zeigen die diesen Papillen entsprechenden Röhrchen und indem die aus den Hornblättchen nach aussen rückenden Hornzellen sich zwischen diese über den freien Rändern der Fleischblättchen in schiefer Richtung reihenweise angeordneten Röhrchen drängen, geben sie den Kappen eine schräge Stellung zu den freien Rändern der Fleischblättchen. Auf dieselbe Ursache ist auch die Schrägstellung der Kappen bei den Rinder- und Schafklauen zurückzuführen.

Die Kronenpapillen des ausgebildeten Hufes zeigen nicht, wie bisher angegeben, eine glatte Oberfläche, sondern sind mit relativ starken in der Längenrichtung der Papillen verlaufenden Leisten versehen, erscheinen also cannelirt [1]). (Fig. 36). Die Cannelirung

---

[1]) Dieses Verhalten der Kronenpapillen ist insofern interessant, als auch die Hautpapillen der nordischen Seekuh

beginnt schon während der Fötalperiode, zuerst (beim c. 70 mm. langen Hüfchen) am Zehentheile, am unteren Theile der Krone. Indem die Papillenoberfläche dadurch eine grössere wird, nimmt die Zahl der von den Papillen nach unten rückenden die Wandungen der Röhrchen bildenden Hornzellen zu. Die Wandungen der Röhrchen nehmen in Folge dessen an Dicke zu. Die inneren Röhrchenwandzellen bilden nach wie vor stark abgeplattete um die Lumina der Röhrchen gebogene Platten; die äusseren zeigen mehr polyedrische Formen und unterscheiden sich nur durch ihre concentrische Anordnung um die Lumina der Röhrchen von den Zwischenröhrchenzellen. Auf dickeren Schnitten treten sie in ihrer Gesammtheit in der weissen Schicht des Wandhorns als helle, in der schwarzen Schicht als dunkle die Lumina der Röhrchen umgebende Ringe hervor. (Fgg. 39 und 40.)

Die Cannelirung der Kronenpapillen setzt sich von dem unteren Rande der Krone nach oben und von dem Zehentheile zu den Trachten fort.

Am völlig ausgebildeten Hufe sind sämmtliche Kronenpapillen, sowie auch die Papillen des Saumbandes mit Längsleisten besetzt. Die Cannelirung ist eine unregelmässige, die Stärke und Höhe der einzelnen Leisten eine sehr verschiedene (Fig. 36). Einzelne Papillen zeigen nur an einer Seite, die meisten jedoch rund herum Leisten. In den meisten Fällen erstreckt sich die Cannelirung nur auf den oberen Theil (von der Basis aus gerechnet) der Papillen; letztere zeigen demnach an diesem Theile eine ganz unregelmässige Gestalt. Weiter nach unten hören die Leisten ganz niedrig werdend auf, die Papille rundet sich ab und ragt mit einem cylinderförmig auslaufenden Ende tief

(Dr. A. Brandt, Ueber die Haut der nordischen Seekuh, Rhytina Borealis Illig. Mémoires de l'Académie Impériale de sciences de St.-Pétersbourg, VII série, Tome XVII, N. 7, pag. 14 und Fgg. 13 und 14) mit derartigen Leisten versehen sind.

in die verhornte Masse hinein [5]). In einzelnen Fällen setzen sich die Leisten noch weiter zum Papillenende fort und enden in verschiedener Entfernung von demselben in Form je einer kleinen Papille mit abgerundetem, cylinderförmigem Ende, so dass auf der Hauptpapille in verschiedener Höhe von dem unteren Ende derselben secundäre Papillen auftreten, welche mit ihrer Längenaxe dieselbe Richtung verfolgen wie die Hauptpapille. Jeder einzelnen secundären Papille entspricht nun ein besonderes Röhrchen; alle zusammen werden von concentrisch angeordneten, gleichsam die Wandung eines grossen Röhrchens bildenden, von der Oberfläche der primären Papille nach unten rückenden Hornzellen umgeben. Die Zahl der centralen Röhrchen wird mitunter eine sehr bedeutende; ich habe in einem ovalen grossen Röhrchen bis 18 kleine Röhrchen gezählt.

Die Papillen der Sohle sind nur am peripheren Theile letzterer cannelirt. Die übrigen Sohlenpapillen, sowie die Papillen des Strahles zeigen eine glatte Oberfläche.

Den Inhalt der Röhrchen bilden in der Nähe der Papillenenden (ebenso wie beim 50 mm. langen Hüfchen an den verhornten Theilen der Wand) nicht verhornte kernhaltige Epithelzellen [6]); weiter nach unten zerfallen diese Zellen und vereinigen sich stellenweise zu grösseren Partikeln einer homogenen eiweissartigen Masse, in welcher noch weiter nach unten

---

[5]) Die Länge der Kronenpapillen ist im Durchschnitte 4—6 mm.; die Stärke des rete Malp. der Krone beträgt circa $1^1/_2$ mm. Es ragen mithin die Papillen $2^1/_2$—$4^1/_2$ mm. weit in die Hornmasse hinein.

[6]) Die Angabe Rajewsky's (l. c.), dass die zelligen Elemente in den Röhrchen soweit vorhanden seien, als die Zwischenröhrchenzellen noch nicht vollständig verhornt sind, kann ich nicht bestätigen, indem schon an den obersten Theilen der Röhrchen sowohl Röhrchenwand- als auch Zwischenröhrchenzellen vollständig verhornt sind.

Fetttröpfchen auftreten. Nicht selten werden diese Partikel beim Schneiden unter Alkohol von letzterem weggeschwemmt, so dass in den Röhrchen künstliche, durch Alkohol ausgefüllte Hohlräume entstehen, Luft habe ich in den Röhrchen frischer oder frisch in Alkohol oder Chromsäure gelegter Hufe nicht gefunden.

Wie sich aus Obigem ergibt, lassen sich in der Entwicklung des Hufes vier Perioden unterscheiden.

Die erste Periode erstreckt sich bis zur Anlage der Blättchen und Papillen; Krone, Strahl und Eckstrebe treten in dieser Periode auf — das Extremitätenende erlangt die Hufform. Es erscheint an dem die Hornwand bildenden Theile des Hornblattes durch das Auftreten von granulirten Zellen und Zellen des strat. lucid. eine Grenze zwischen rete Malp. und strat. corn. und schon in dieser Periode beginnt, wie aus der Richtung der Kronenzellen beim 6 mm. langen Hüfchen und aus dem Umstande, dass beim 10 mm. langen Hüfchen das strat. corn. über den Sohlenrand der Fleischsohle eine Strecke weit nach unten vorragt, ein Nachuntenschieben der Epithelmasse von der Krone her.

Die zweite Periode erstreckt sich bis zum ersten Auftreten der nicht verhornten Hornröhrchen. In diese Periode fällt die Anlage der Blättchen und Papillen, sowie des Saumbandes und der Ballen. Durch die Bildung der Blättchen und Papillen wird die Proliferation der Epithelzellen mächtig angeregt; auf der Wand platten sich die Zellen des strat. corn. ab und gehen eine Art von unvollständiger Verhornung ein. Die von dem Epithel der Fleischwand stammenden Zellen des strat. lucid. werden von dem von der Krone nach unten rückenden strat. corn. mit nach nach unten gezogen, nehmen deshalb zur Sohle hin an Zahl zu und setzen sich mit dem strat. corn. über

den Sohlenrand der Fleischwand nach unten fort. Sohle und Strahl bedecken sich mit einer mächtigen Schicht weicher polyedrischer Epithelzellen. Das bis dahin die Form eines ausgebildeten Hufes zeigende Hüfchen wird kegelförmig gestaltet. In das Ende dieser Periode fällt die Anlage der secundären Blättchen.

Die dritte Periode reicht von dem ersten Auftreten der Hornröhrchen bis zum Beginne der eigentlichen Verhornung. Um die Enden der an Länge zunehmenden Papillen gruppiren sich die Epithelzellen zu Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen, zunächst am vorderen Theile der Sohle und am hinteren Theile des Strahles, bald darauf aber auch am Zehentheil der Krone. Diese zu Röhrchen angeordneten Zellen werden allmälig nach unten geschoben und mit der Zeit erstreckt sich die Röhrchenbildung auch auf die übrigen Theile der Krone, Sohle und des Strahles, so dass schliesslich Hornsohle und Hornstrahl und mit Ausnahme der äussersten und inneren Partien die ganze Hornwand aus nicht verhornten Röhrchen und Zwischenröhrchenzellen bestehen. Die aus Röhrchen bestehende Epithelmasse der Wand bildet die (provisorische) äussere Schicht des Wandhorns; die (provisorische) innere Schicht des Wandhorns wird von den Hornblättchen und von denselben nach aussen aufliegenden Stachelzellen und Zellen des strat. lucid. gebildet und stammt vom rete Malp. der Fleischwand.

Die vierte Periode beginnt, bevor noch die obersten Kronenpapillen Röhrchen gebildet haben, damit, dass, zunächst wieder am Zehentheil, zwischen den Enden der inneren Kronenpapillen die Epithelzellen verhornen und zu Röhrchen und Zwischenröhrchenzellen gruppirt in diesem verhornten Zustande nach unten geschoben werden. Die Verhornung geht in derselben Richtung vor wie die Anlage der nicht verhornten Röhrchen und schliesslich (wahrscheinlich

erst bei der Geburt) besteht die ganze äussere Schicht der Hornwand aus verhornten Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen (definitive äussere Schicht der Hornwand). Auch die vom rete Malp. der Fleischwand gebildeten Epithelzellen verhornen und bilden dann die definitive innere Schicht der Hornwand. Die von den Hornblättchen nach aussen rückenden Hornzellen drängen sich anfangs theilweise zwischen die inneren Hornröhrchen, theilweise legen sie sich an und über die den freien Rändern der Fleischblättchen aufliegenden kappenartig angeordneten Epithelzellen. Dadurch werden die Röhrchen nach aussen gedrängt und kommen in ihrem Verlaufe nach unten immer weiter von der Basis der Hornblättchen zu stehen; die Kappenschicht nimmt zur Sohle hin an Höhe zu. Nach der Geburt, nachdem auch die innersten Kronenpapillen Röhrchen gebildet und bis zum Tragrande nach unten geschoben haben, nehmen die Kappen wieder an Höhe ab. Die von den Hornblättchen stammenden Hornzellen rücken nun ausschliesslich zwischen die inneren Röhrchen, so dass letztere am unteren Theile der Wand in der Richtung des Dickendurchmessers des Wandhorns in grösseren Abständen von einander zu stehen kommen als am oberen Theile der Wand. Die Verhornung des Sohlen- und Strahlhorns erfolgt wahrscheinlich erst kurz vor der Geburt. An dem Saumbande und den Ballen entstehen erst in dieser Periode Röhrchen.

Beim Rinde und Schafe ist die erste Periode von verhältnissmässig kurzer Dauer, indem die ersten Blättchen schon bei 2—2½ mm. langen Klauen auftreten. In der ersten Periode erlangt das rundliche Extremitätenende die Klauenform, indem die Klauenanlagen an demselben hervorsprossen, Sohle und Wand sich deutlich von einander abgrenzen und die Fleischkrone zum Vorschein kommt. Die die Hornklaue bildende Epithelmasse ist zu Ende dieser Periode

stärker als die Epidermis der übrigen Extremität, die innersten Zellen derselben sind cylindrisch.

In die zweite Periode fällt beim Rinde und Schafe die Anlage der Blättchen und Sohlenpapillen, sowie des Saumbandes und des Ballen. Die Blättchen erscheinen zuerst an den Seitentheilen der Wand und sind bedeutend schmäler wie beim Pferde. Die Saumbandrinne tritt viel früher auf wie beim Pferde und erlangt in der Folge eine ganz bedeutende Tiefe; der Ballen tritt schon in dieser Periode viel schärfer hervor wie beim Pferde. Die Bildung der Sohlenpapillen schreitet vom vorderen Theile und von den Rändern der Sohle nach hinten und innen vor, durch die Papillen- und Blättchenbildung nimmt die Stärke des Epithels bedeutend zu; an der Sohle tritt schon frühzeitig eine Grenze zwischen rete Malp. und strat. corn. auf, auf der Wand erscheint diese Grenze und mit derselben ein deutliches strat. granulos. und strat. lucid. erst zu Ende dieser Periode, zuerst am mittleren Theile der Wand. Die Anlage der Kronenpapillen erfolgt an den Klauen viel später wie am Hufe. Erst nach dem Auftreten der Kronenpapillen beginnt bei den Klauen die von der Krone stammende Epithelmasse nach unten zu rücken, zugleich entsteht nun auch am unteren und oberen Theile der Wand eine Grenze zwischen rete Malp. und strat. corn. Bald darauf erfolgt am letzteren die eigentliche Verhornung, so dass bei den Wiederkäuern eine dem Pferde entsprechende dritte Periode fehlt. Die folgende, also die der vierten Periode des Pferdes entsprechende, hat in Folge dessen eine sehr lange Dauer. Die erste Hornmasse wird von der Wand und von der Krone gebildet und erlangt auch in der Folge von beiden Seiten her eine Verstärkung. Der von der Krone stammende Theil der Hornwand wird bei der Rinderklaue eine lange Zeit hindurch von parallel zur Wand abgeplatteten Hornzellen gebildet. Röhrchen treten

im Wandhorn der Rinderklaue erst mit dem Hineingreifen der Verhornung zwischen die Enden der Kronenpapillen auf. Mit der Zehenwand der Schafklaue verhält es sich ebenso wie mit der Wand der Rinderklaue; die Seiten- und Trachtenwände dagegen zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Hufwand, indem auch sie, jedoch nur in ihren inneren Lagen, eine Zeit lang aus nicht verhornten Röhrchen bestehen; abweichend wie beim Hufe werden diese Röhrchen sehr bald durch verhornte ersetzt. Die innere Schicht des Wandhorns besteht (mit Ausnahme des Hornblättchen) zu Beginn dieser Periode am unteren Theile der Wand aus Kappen- und Zwischenkappenzellen, am mittleren und oberen Theile der Wand aus abgeplatteten schräg zur Wand gerichteten Epithelzellen; in der Folge treten auch am mittleren und oberen Theile der Wand Kappen auf. An der Rinderklaue erlangt die Kappenschicht am unteren Theile der Wand eine ganz bedeutende Höhe; an der Schafklaue sind die Kappen niedriger wie beim Rinde, höher wie beim Pferde. An der Sohle beginnt die Bildung der nicht verhornten Röhrchen fast gleichzeitig mit dem ersten Auftreten der Kronenpapillen. Die Verhornung der Sohle beginnt früher wie am Hufe.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Entwickelung des Hufes stimmen mehrfach mit den Angaben Möller's und Dominik's über diesen Gegenstand nicht überein.

Dominik findet im ersten und zweiten Monate der Embryonal-Periode am Extremitätenende der Füllen die Haut nur einfach verdickt, sonst aber ebenso beschaffen wie an den übrigen Körpertheilen. Möller gibt zwar an, dass schon im ersten Monate das Extremitätenende die Hufform annehme, verlegt aber trotzdem die Anlage der Krone, der Eckstrebe

und des Strahles in seine zweite Periode, also in den dritten und vierten Monat. Möller's 8 Wochen altes Hüfchen stimmt der Grösse nach zu urtheilen so ziemlich mit dem jüngsten von mir untersuchten überein. An diesem nun ist wie Fig. 15 zeigt die Krone, zwar noch flach, tritt aber schon deutlich hervor; durch die drei Strahlfurchen sind Strahl und Eckstrebe angelegt. Es fällt somit die Anlage der Krone der Eckstrebe und des Strahles schon in den zweiten Monat und gerade dadurch erlangt das untere Extremitätenende die Hufform. Ferner geben Möller und Dominik an, dass in den ersten Monaten die das Hüfchen umkleidende Epidermis aus denselben Zelllagen bestehe wie die Epidermis der äusseren Haut. Dieses kann nur für den ersten Monat Geltung haben, da im zweiten Monate die die Hornwand des Hüfchens bildende Epithellage durch das Auftreten des strat. granulos. und des strat. lucid. ganz andere Verhältnisse aufweist, als die in diesem Stadium nur 2—3-schichtige, von polyedrischen und kubischen Zellen gebildete Epidermis der übrigen Extremität. M. und D. lassen ferner die Papillen bald nach ihrer Anlage schnell eine weiche, röhrigen Bau zeigende Hornmasse produciren [7]) und schon bei 20 mm. langen Hüfchen (Möller) bestehe die ganze Hornwand aus Röhrchen- und Zwischenröhrchenzellen. Die Höhenangabe der Blättchen von diesem Stadium, die Längenangabe der unteren Kronenpapillen sowie der Umstand, dass Möller an diesem Stadium der secun-

---

[7]) Möller und mehrere Autoren, welche über den Huf geschrieben, sprechen von einer Absonderung des Hufhorns durch die Hufcutis (Fleischwand, Fleischkrone etc.). Seit Remak ist es bekanntlich feststehend, dass die Epidermis und der dieser entsprechende Hornhuf, dem äusseren Keimblatte entstammend, sich durch Theilung ihrer Zellen im rete Malp. selbst regeneriren, man also nicht von einer Horn producirenden Cutis sprechen kann.

dären Blättchen nicht erwähnt, also wahrscheinlich wohl keine vorhanden sind, sprechen dafür, dass Möller's 2 cm. langes (angeblich 6 Monate altes) Hüfchen sich im selben Entwickelungsstadium befindet wie mein 18 mm. langes. An diesem so wie an einem 20 mm. langen, an welchem schon die Anlage der secundären Blättchen beginnt, zeigt die Hornwand durchaus noch keine Röhrchen. Erst beim 22 mm langen Hüfchen beginnen die Epithelzellen am obersten Theile der Hornwand sich zu Röhrchen resp. zu Säulchen zu gruppiren.

Beim 10 mm. langen Hüfchen lässt Möller die Fleischblättchen ziemlich steil abfallen und einen unteren Rand resp. Fläche aufweisen; ich finde am 10 mm. langen Hüfchen die Fleischblättchen nach unten ganz allmälig an Höhe abnehmend, noch nicht den unteren Rand der Fleischwand erreichend.

Beim 7 cm. langen Hüfchen gibt Möller als grösste Länge der Papillen 1·5 mm. an; am 50 mm. langen Hüfchen finde ich die meisten schon 1·7 mm. lang. Die Anlage der Strahlpapillen lässt Möller in der Richtung von vorne nach hinten erfolgen. Beim 10 mm. langen Hüfchen finde ich am hinteren Theile des Strahles wohl kleine Papillen, am vorderen Theile desselben dagegen keine.

Gegen Möller's Erklärung des Sohlenwachsthums führe ich an:

1. Dass die Anlage der Sohlenpapillen nicht wie Möller angibt vom Centrum zur Peripherie, sondern gerade umgekehrt von dem vorderen und hinteren Theile und von den Rändern der Sohle zur Mitte derselben fortschreitet und dass die Sohle schon auf einer beträchtlichen Strecke Papillen aufweist, bevor noch die Blättchenbildung den Sohlenrand der Fleischwand erreicht hat (10 mm. langes Hüfchen).

2. dass die von den Papillen der unteren Fleischblättchenenden gebildeten Röhrchen, wie jeder durch die Sohle und den ihr anliegenden Theil der Wand gelegter Querschnitt zeigt, mit jenen der Sohle weder im intra- noch im extrauterinen Leben in einer auffallend geordneten Richtung stehen, und dass die Zwischenröhrchenschicht bei ersteren eine durchaus andere Anordnung der Zellen zeigt wie bei letzteren;

3. dass die secundären Fleischblättchen, welche Möller als von der Krone nach unten wachsende Papillen ansieht, zuerst an den mittleren Theilen der Wand auftreten und erst spät (beim 70 mm. langen Hüfchen) theilweise das obere und das untere Ende der primären Fleichblättchen erreichen und

4. schliesslich, dass während der Embryonalzeit fortwährend zwischen den schon angelegten Papillen neue entstehen, wie das am auffälligsten bei den Klauen, bei denen die Anlage der Sohlenpapillen langsam fortschreitet, zu Tage tritt. (cf. Fig. 11.)

Die von Möller beschriebenen leistenförmigen Vorsprünge des Sohlen- und Wandhorns an der Uebergangsstelle der Wand in die Sohle beim 7 cm. langen Hüfchen dürften meiner Kappen- und Zwischenkappenschicht, die pigmentirten Zellen an der in Verhornung begriffenen Sohle den granulirten Zellen entsprechen.

Zum Schluss gebe ich noch eine übersichtliche Darstellung des Wachsthums der Hornwand.

Das Wachsthum der Hornwand sowohl der Klauen wie des Hufes erfolgt in der Weise, dass die äussere, aus Röhrchen bestehende Schicht der Hornwand durch von der Krone stets auf's Neue nachrückende Hornzellen nach unten geschoben wird, während die innere Schicht des Wandhorns in der Richtung von innen nach aussen wächst. Die aus den

Hornblättchen nach aussen rückenden Hornzellen drängen sich beim Hufe zwischen die inneren Hornröhrchen (d. i. die Röhrchen der weissen Schicht) und werden von diesen mit nach unten gezogen, so dass die Abstände dieser Röhrchen von einander nach unten zu sich vergrössern. Bei den Rinderklauen rücken diese Zellen nur zum geringsten Theile zwischen die inneren Röhrchen; zum grössten Theile drängen sie die äussere Schicht des Wandhorns nach aussen, wobei sie von letzterer zum Theil mit nach unten gezogen werden. Durch letzteren Umstand nimmt die innere Schicht des Wandhorns nach unten an Stärke stetig zu und die Hornröhrchen werden immer weiter von der Fleischwand ab nach aussen gedrängt. Bei den Schafklauen verhält es sich am Zehentheil wie beim Rinde, an den Seiten- und Trachtentheilen, besonders der lateralen Seite, nähert sich das Verhältniss dem des Hufes, doch derart, dass auch an diesen Theilen die Kappen von der Krone zur Sohle hin nicht unbedeutend an Höhe zunehmen. Von den Interpapillarräumen und der Oberfläche der Papillen der unteren Fleischblättchenenden rücken die Hornzellen, ebenso wie das an der Krone und an der Sohle der Fall, nach unten; dadurch, sowie auch durch den Umstand, dass die Fleischwand bogenförmig in die Fleischsohle übergeht, erlangt am unteren Theile der Fleischwand die ganze innere Schicht des Wandhorns ausschliesslich die Richtung nach unten, rückt in ihrer ganzen Stärke bis zum Tragrande vor und bildet hier die weisse Linie.

Ich schliesse mich also, was das Wachsthum der Hufwand anbelangt, am meisten der von Leisering (l. c.) 1861 ausgesprochenen Ansicht an, nur dass Leisering die Zellen der Hornblättchen im ganzen Verlaufe letzterer zum Theil nach aussen, und zwar nur zwischen die innersten Hornröhrchen, zum Theil

auch nach unten fortrücken liess. Die Angabe Brauell's (l. c.), dass das gesammte Zwischenhorn der weissen Schicht des Wandhorns vom rete Malp. der Fleischwand stammt, ist insofern nicht zutreffend, als die oberen Blättchenenden schon der Krone angehören. Dagegen kann man wohl sagen, dass das gesammte Zwischenhorn der weissen Schicht von dem den Fleischblättchen aufliegenden rete Malp. herrührt, da ja die oberen Theile der Fleischblättchen die Interpapillarräume der ihnen aufsitzenden Papillen vorstellen.

Gegen die von den meisten Autoren der Neuzeit vertretene Ansicht, dass die Zellen der Hornblättchen nur dem unteren Rande der Krone, resp. den obersten Theilen der Fleichblättchen entstammen und von dort aus zwischen den Fleischblättchen nach unten rücken, sprechen folgende Gründe:

1. Der Umstand, dass das den Fleischblättchen aufliegende rete Malp. bis an die Sohle hinab fortwährend Hornzellen producirt und nicht blos dazu dient, die Fleischblättchen schlüpfrig zu erhalten und dadurch das Hinabrücken der Hornwand zu erleichtern. Sowohl während der Entwicklungszeit als auch am völlig ausgebildeten Huf findet man in den Hornblättchen zwischen dem centralen verhornten Theile und dem wandständigen Epithel derselben überall granulirte Zellen als Vorstufen der verhornten Zellen; es müsste also eine beträchtliche Dickenzunahme der Hornblättchen zur Sohle hin zu constatiren sein und doch hat schon Brauell hervorgehoben, dass die verhornten Theile der Hornblättchen nach unten an Dicke nicht zunehmen.

2. Die Dickenzunahme der inneren Schicht des Wandhorns zur Sohle hin, wie sie in besonders auffallendem Grade an der Rinderklaue zu Tage tritt. Bei der Annahme, dass die Zellen der Hornblättchen

nur von oben nach unten rücken, wäre eine solche Dickenzunahme der inneren Schicht nicht möglich. Nochmals sei es betont, dass die innere Schicht des Wandhorns keine Hornröhrchen zeigt.

3. Der Umstand, dass an einigen Hornblättchen (cf. Fig. 37 und 38) die Dicke des centralen verhornten Theiles am unteren Theile der Wand eine geringere ist wie am oberen.

Für den oben entwickelten Wachsthumsmodus der Hornwand spricht schon die Entwicklungsgeschichte des Hufes und der Klauen. Bei den Rinder- und Schafklauen nimmt bis zum Auftreten der Kronenpapillen das Epithel auf der Krone und auf der Wand nur dadurch an Dicke zu, dass vom rete Malp. der Fleischkrone und der Fleischwand immer auf's Neue Epithelzellen nach aussen rücken. Nachdem die der Fleischkrone aufliegenden Epithelzellen die Richtung nach unten erhalten haben, bildet sich eine äussere, von oben nach unten rückende, nach unten an Dicke abnehmende und eine innere, von innen nach aussen anwachsende, nach unten an Stärke zunehmende Schicht der Hornwand; diese beiden Schichten sind auch bei den völlig ausgebildeten Klauen vorhanden. Beim Hüfchen hat die von der Krone stammende Epithelmasse schon vor der Anlage der Blättchen eine Richtung nach unten bekommen, es bildet sich in Folge dessen schon frühzeitig eine äussere nach unten rückende und eine innere von innen nach aussen rückende Hornwandschicht. Dass während der Embryonalzeit die Zellen der Hornblättchen von innen nach aussen und nur von den unteren Enden letzterer ab nach unten rücken, beweist die Dickenzunahme des strat. lucid. und nachher der Kappenschicht zum unteren Theile der Wand hin, sowie auch der Umstand, dass (beim 50 mm langen Hüfchen) die zwischen den Hornröhrchen der Papillen der unteren Fleischblättchenenden verlaufenden Epithel-

streifen von polyedrischen Zellen gebildet werden. Nur an den unteren Enden der Hornblättchen zeigen die Zellen derselben diese polyedrischen Formen; an den mehr nach oben gelegenen Theilen derselben sind diese Zellen stark abgeplattet.

Jeglicher Zweifel darüber, dass auch beim ausgebildeten Huf die Zellen der Hornblättchen nach aussen und zwar zwischen die inneren Hornröhrchen rücken, schwindet, wenn man (am ausgebildeten Huf) die Abstände der Hornröhrchen von einander in verschiedener Höhe vom Tragrande der Messung unterzieht. Man findet da nämlich, worauf schon oben hingedeutet ist, dass in der weissen Schicht des Wandhorns die Abstände der Röhrchen von einander in der Richtung des Dickendurchmessers der Hornwand [8]) nach unten zu sich vergrössern, die Zwischenröhrchenzellen also an Zahl zunehmen (cf. Fig. 39 und 40). Selbstverständlich kann eine solche Zunahme der Zahl der Zwischenröhrchenzellen nur durch einen beständigen Nachschub neuer Hornzellen von den Hornblättchen aus erfolgen. Wie durch Messungen zu constatiren, rücken die Hornzellen aus den Hornblättchen bis zur schwarzen Schicht des Wandhorns nach aussen. Am meisten nimmt zum unteren Theile der Wand die Zahl der Zwischenröhrchenzellen in den inneren Partien der weissen Schicht zu. An der Grenze zwischen der weissen und der schwarzen Schicht stehen die Röhrchen am oberen und am unteren Theile der Wand in fast gleichen Abständen von einander; in der schwarzen Schicht selbst, besonders in den äusseren Partien derselben, ist die Entfernung der Röhrchen von

[8]) In der Richtung des Querdurchmessers der Blättchen sind die Röhrchen am unteren Theile der Wand etwas näher zu einander gestellt als am oberen; dieses rührt daher, dass die Dicke der Fleischblättchen, sowie die Stärke der Hufcutis überhaupt nach unten zu abnimmt, der Umfang des Hufes mithin am unteren Theile der Wand ein geringerer ist wie am oberen.

einander am unteren Theile der Wand eine geringere wie am oberen [9]).

Es stammt somit die Röhrchenschicht der Hornwand mit Ausnahme eines Theiles der inneren Zwischenröhrchenzellen von dem rete Malp. der Fleischkrone, die innere Schicht nur vom rete Malp. der Fleischwand.

---

[9]) Durch dieses Verhalten der Hornröhrchen erklärt sich der Umstand, dass beim normalen Huf die Röhrchenschicht der Hufwand am oberen und am unteren Theile letzterer in den meisten Fällen eine gleiche Stärke aufweist.

Fig 1.

Fig 2.

Fig 3.

Fig 4.

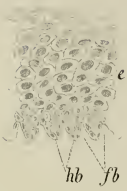


Fig 5.

Fig 6.

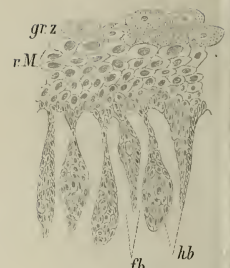


Fig 7

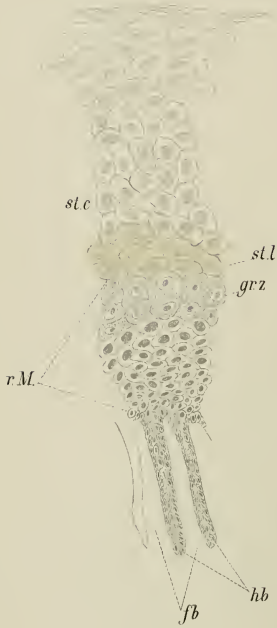


Fig 8.

Fig 9.

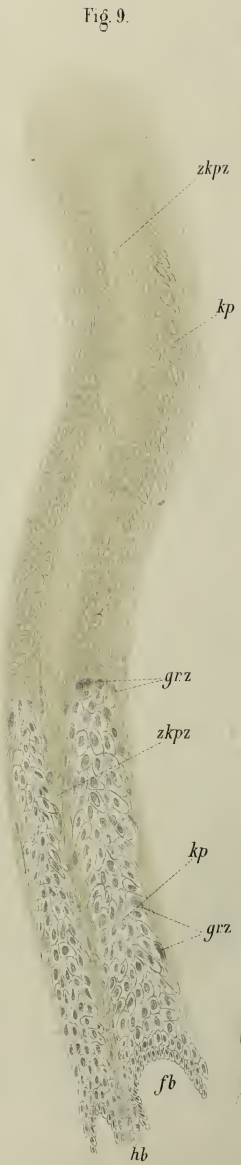


Fig 10.

Fig 11.

Fig 12.

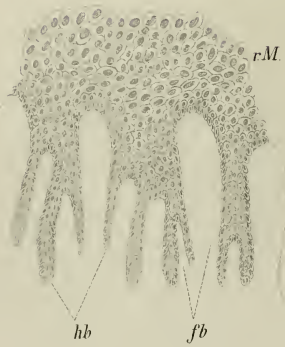


Fig 13.

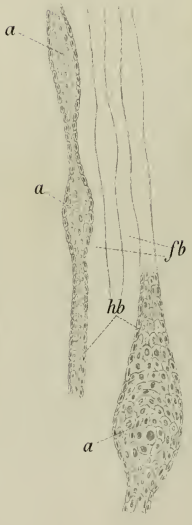


Fig. 14.

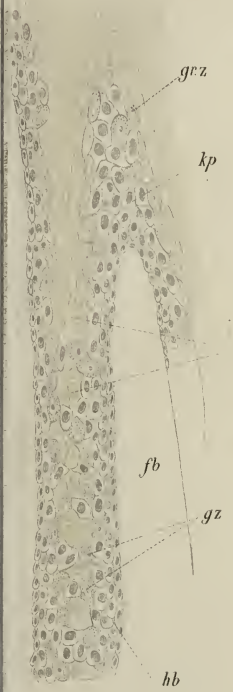


Fig. 15.

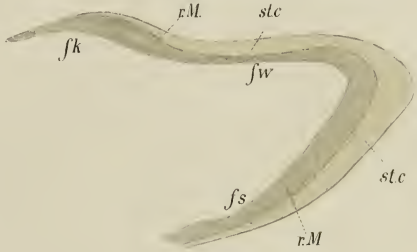


Fig. 16.

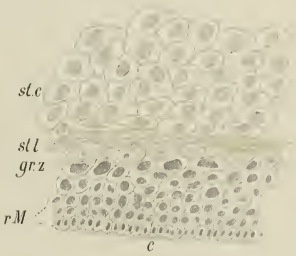


Fig. 17.

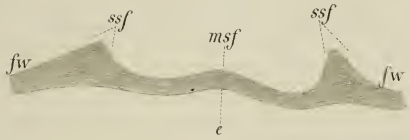


Fig. 18.

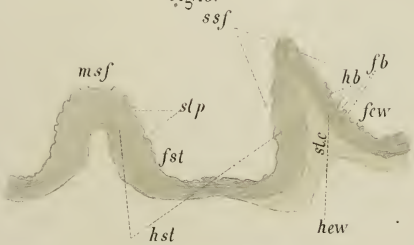


Fig. 19.

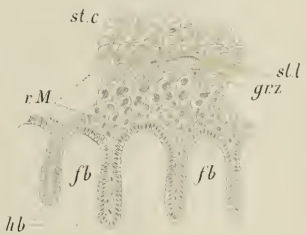


Fig. 20.

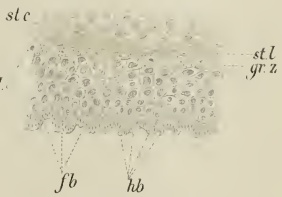


Fig. 21.

Fig. 22.

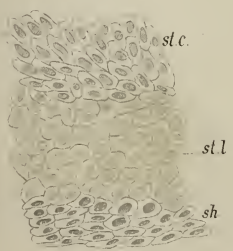


Fig. 23.

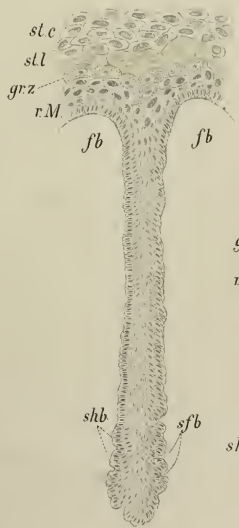


Fig. 24.

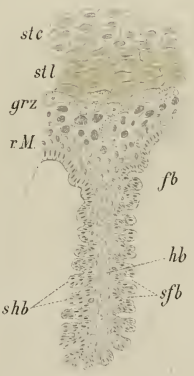


Fig. 25.

Fig.26.

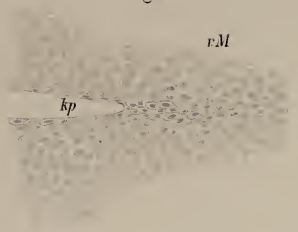


Fig.27.

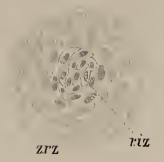


Fig.31.

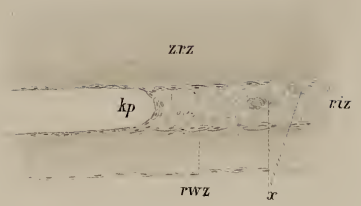


Fig.28.

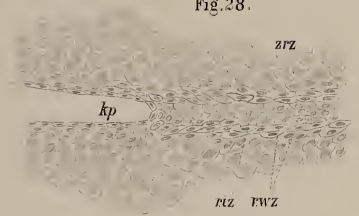


Fig.29.

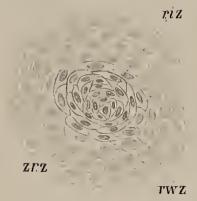


Fig.32.

Fig.30.

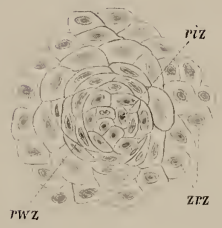


Fig.33.

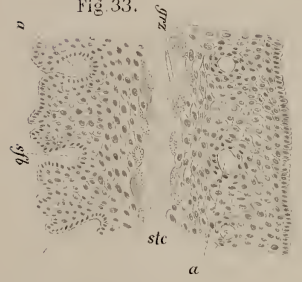


Fig.34.

Fig.35.

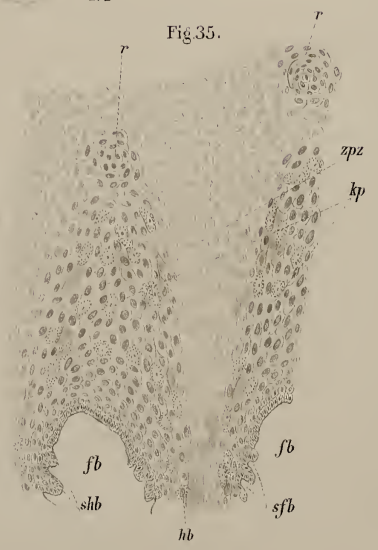


Fig.36.

Fig.37.

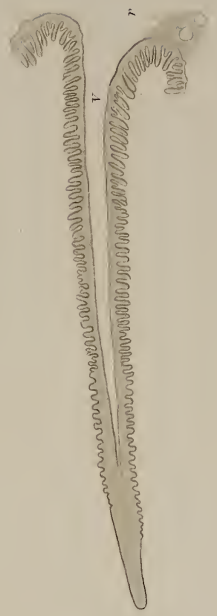


Fig.38.

Fig.39.

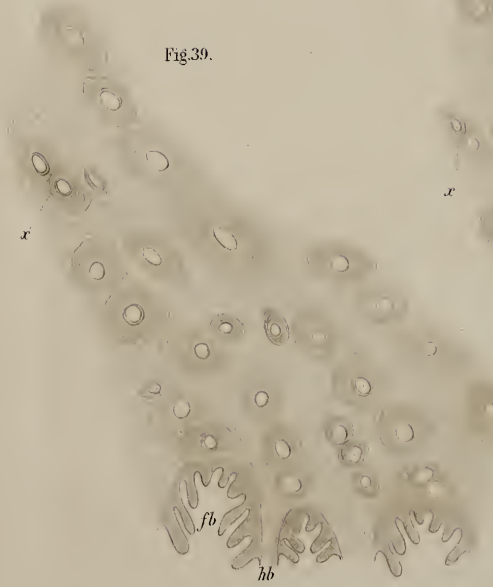


Fig.40.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit Hilfe der Oberhäuser'schen Camera lucida entworfen worden. Die Vergrösserung beträgt $^{200}/_{1}$ und (Fig. 15, 17, 18, 37, 38, 39 und 40) $^{15}/_{1}$; nur bei Fig. 8 beträgt sie $^{135}/_{1}$. Bei den Fgg. 4, 5, 6, 8, 9, 12, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24 und 25 ist das Epithel nicht bis nach aussen gezeichnet.

Die Bedeutung der am häufigsten wiederkehrenden Buchstaben-Bezeichnungen ist folgende:

e = Epithel (Hornblatt); **fb** = Fleischblättchen; **hb** = Hornblättchen; **gr. Z** = granulirte Zellen (stratum granulorum); **rih** = Röhrcheninhaltzellen; **rwz** = Röhrchenwandzellen; **zrz** = Zwischenröhrchenzellen; **r. M.** = rete Malpighii; **st. c.** = stratum corneum; **st. l.** = stratum lucidum.

Fig. 1—14 incl. beziehen sich auf Schaf- und Rinderklauen, die übrigen auf den Pferdehuf.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch die Krone einer $2^{1}/_{2}$ mm langen Rinderklaue; **c** = Cutis, **cz** = Cylinderzellen.

Fig. 2. Querschnitt durch die Wand derselben Klaue; erste Anlage der Blättchen.

Fig. 3. Querschnitt durch die Wand einer $3^{1}/_{2}$ mm langen Rinderklaue; Hornblättchen von zwei übereinanderliegenden Reihen von Epithelzellen gebildet.

Fig. 4. Querschnitt durch den oberen Theil der Wand einer 10 mm langen Rinderklaue.

Fig. 5. Querschnitt durch die Wand einer 5 mm langen Rinderklaue; Hornblättchen von zwei Lagen der Länge nach nebeneinandergeordneten Epithelzellen gebildet.

Fig. 6. Querschnitt durch den mittleren Theil der Wand einer $15^{1}/_{2}$ mm langen Schafklaue; ungleiche Dicke der Blättchen.

Fig. 7. Querschnitt durch den mittleren Theil der Zehenwand einer 18 mm langen Rinderklaue.

Fig. 8. Querschnitt durch den unteren Theil der Zehenwand einer 38 mm langen Rinderklaue in einiger Entfernung von dem Uebergangstheile der Fleischwand in die Fleischsohle, **kp** = Kappen, **zkpz** = Zwischenkappenzellen. An ihren äusseren Partien sind die Kappen verhornt, die Contouren der Zellen treten nur undeutlich hervor.

Fig. 9. Querschnitt durch den unteren Theil der Zehenwand eines circa drei Wochen alten Kalbes. Bezeichnung wie oben.

Fig. 10. Sohlenröhrchen im zweiten Entwicklungsstadium. Längsschnitt, **sp** = Sohlenpapille (25 mm lange Rinderklaue).

Fig. 11. Sohlenröhrchen im ersten Entwicklungsstadium; Längsschnitt (20 mm. lange Rinderklaue); **r** = Röhrchen, **sp** = Sohlenpapillen. Ungleiche Grösse der Sohlenpapillen.

Fig. 12. Querschnitt durch die unteren Blättchenenden einer 9 mm langen Schafklaue.

Fig. 13. Flächenschnitt durch die Wand einer 10 mm langen Schafklaue, so dass die Blättchen der Länge nach getroffen worden; bei **a** sind die verdickten Partien der Hornblättchen sichtbar.

Fig. 14. Schräger Längsschnitt durch ein Hornblättchen in der Nähe der Basis desselben. Beginn der Verhornung; **kp** = Kappe, **hz** = Hornzellen.

Fig. 15. Längsschnitt durch ein 4 mm langes Hüfchen; **fk** = Fleischkrone, **fw** = Fleischwand, **fs** = Fleischsohle.

Fig. 16. Längsschnitt durch den mittleren Theil der Zehenwand eines 6 mm langen Hüfchens.

Fig. 17. Querschnitt durch den oberen Theil des Strahles und der Eckstrebenwand eines 6 mm langen Hüfchens; **fw** = Fleischwand, **ssf** = seitliche Strahlfurchen, **msf** = mittlere Strahlfurche.

Fig. 18. Oberer Theil des Strahles und der Eckstrebenwand beim 10 mm langen Hüfchen; Querschnitt; **few** = Fleischeckstrebenwand, **hew** = Horneckstrebenwand, **fst** = Fleischstrahl, **hst** = Hornstrahl, **stp** = Strahlpapillen; sonst wie oben.

Fig. 19 und **20.** Querschnitte durch den oberen (19) und unteren (20) Theil der Zehenwand eines 10 mm langen Hüfchens.

Fig. 21 und **22.** Längsschnitte durch die Zehenwand eines 27 mm langen Hüfchens, Fig. 21 aus dem mittleren Drittel der Wand, Fig. 22 unterhalb der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle, so dass ein Theil des Sohlenhorns mit vom Schnitte getroffen worden. Beide Abbildungen sind einem Schnitte entnommen; **sh** = Sohlenhorn.

Fig. 23—25. Querschnitte durch ein Hornblättchen nebst dem inneren Theile der Zehenwand beim 20 mm langen Hüfchen. Fig. 23 zeigt das Horns blättchen am unteren Theile des oberen Drittels, Fig. 24 am oberen Theile der unteren Drittels der Wand, Fig. 25 etwas oberhalb der Uebergangsstelle de-Fleischwand in die Fleischsohle ; **shb** = secundäre Hornblättchen, **sfb** = secundäre Fleischblättchen.

Tafel II.

Fig. 26. Wandröhrchen im ersten Entwicklungsstadium beim 24 mm langen Hüfchen; Längsschnitt; **kp** = Kronenpapille.

Fig. 27. Wandröhrchen im ersten Entwicklungsstadium, Querschnitt (vom 22 mm langen Hüfchen).

Fig. 28. Wandröhrchen im zweiten Entwicklungsstadium, Längsschnitt (vom 27 mm langen Hüfchen); **kp** = Kronenpapille.

Fig. 29. Wandröhrchen und **Fig. 30.** Sohlenröhrchen im zweiten Entwicklungsstadium, Querschnitt (von demselben Hüfchen).

Fig. 31 und **32.** Wandröhrchen im dritten Entwicklungsstadium (vom 50 mm langen Hüfchen); Längs- und Querschnitt.

Fig. 33. Querschnitt durch den unteren Theil eines Hornblättchens vom ausgebildeten Huf; a = querdurchschnittene Papillen der unteren Enden der secundären Fleischblättchen; **sfb** = secundäre Fleischblättchen.

Fig. 34 und **35.** Querschnitte durch den inneren Theil der Zehenwand eines 50 mm langen Hüfchens. Von den Blättchen ist nur die Basis, resp. der freie Rand derselben gezeichnet ; Fig. 34 ist dem oberen Theile der Zehenwand entnommen, Fig. 35 zeigt dieselben Blättchen und Röhrchen am unteren Theile der Wand; **shb** = secundäre Hornblättchen, **sfb** = secundäre Fleischblättchen.

Fig. 36. Querschnitt durch den oberen Theil einer Kronenpapille vom ausgebildeten Huf; **p** = Papille.

Fig. 37. Hornblättchen am oberen Theile der Zehenwand eines ausgebildeten Hufes; Querschnitt; **r** = Röhrchen, **v** = der centrale verhornte Theil des Hornblättchens.

Fig. 38. Dasselbe Hornblättchen am unteren Theile der Wand. Bezeichnung wie oben.

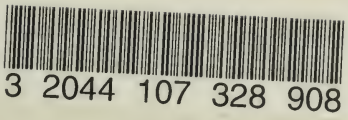
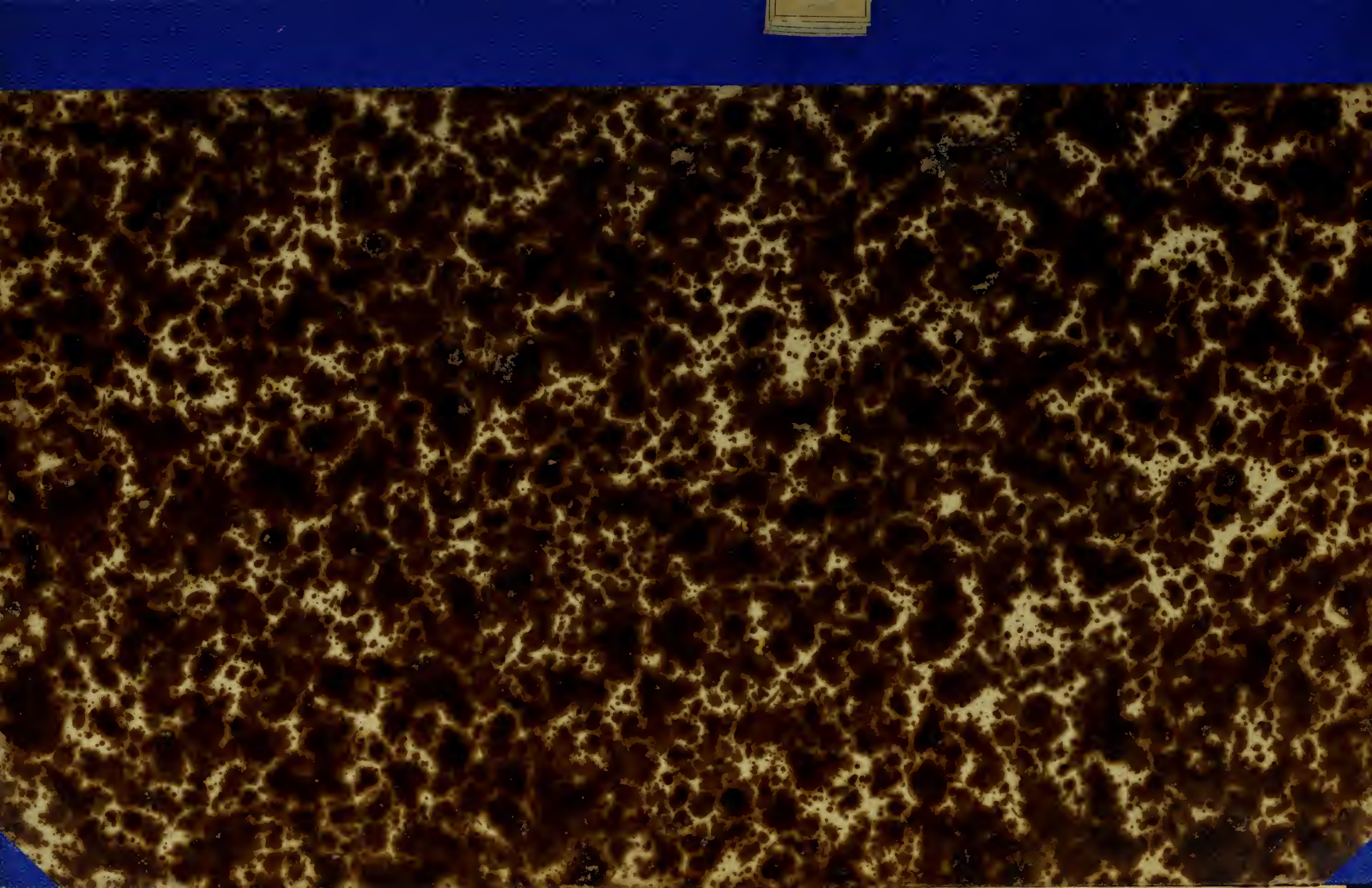
Fig. 39. Querschnitt durch einige Wandröhrchen und durch die Basis resp. die freien Ränder einiger Horn- und Fleischblättchen am oberen Theile der Seitenwand eines ausgebildeten Hufes.

Fig. 40. Querschnitt durch dieselben Röhrchen und Blättchen a m unteren Theile der Wand.

Genossenschafts-Buchdruckerei, Wien, IX. Alserstrasse 32.

Thesen.

1. Das Wachsthum der Hornwand erfolgt vom rete Malp. der Fleischkrone und der Fleischwand aus.
2. Der Grad der Verhornung der Epithelzellen ist theilweise abhängig von dem Drucke dieser Zellen auf einander.
3. Die granulirten Zellen im rete Malp. der Haut sind als eine Vorstufe der verhornten Zellen anzusehen.
4. Siedamgrotzky's Erklärung über die Ringbildung beim Knollhuf ist stichhaltig.
5. Der Pansenschnitt ist als eine gefahrlose Operation anzusehen.
6. Die Defay'sche künstliche Hornmasse verdient zur Verbesserung des Flach- und Vollhufs mehr angewandt zu werden.
7. Das Bewusstsein kann nicht mechanisch erklärt werden.
8. Das Wort ist älter als seine Bedeutung.
9. Verwunderung ist der Anfang aller Wissenschaft.


3 2044 107 328 908